الفصل العاشر

هندسة المتفجرات وخصائصها

لمحة عن الصواعق والعبوات

خصائص المواد الداخلة في التصنيع

اليود Iodine

رمزه: I

خواصه: بلورات بنية اللون

وزنها الذري: 126.9

كثافتها: 4.92 جم/سم^3

درجة الغليان والانصهار: 184 درجة مئوية

الذائبية:تذوب في محلول يوديد البوتاسيوم المركز KI ، وكذلك في الكحول حيث

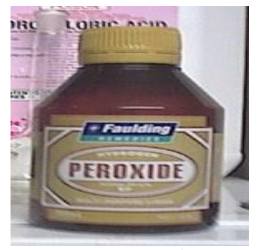
الاستخدام المدني:تستخدم كمضاد للالتهابات السطحية والجروح ، وتستخدم كذلك في صباغة النسيج ، وحفر القوالب ، وهي أيضاً تستخدم كأقراص ضد الإشعاعات النووية .

يمكن الحصول عليها من أماكن تصنيع الدواء والمطهرات ومصانع الصباغة للنسيج كَلَوْنٍ ، كما أن معظم اليود الموجود في الدنيا يستخلص من الطحالب البحرية ، ويمكن الحصول عليه من معدن يسمى كاليش Calisha ، وهو يحتوي على الحصى والتراب وأملاح النترات ، ويوجد كذلك في المناطق الصحراوية الجافة في أمريكا على هيئة مركب يحتوي على الايودات .

يستخدم في عمليات التصوير وكعنصر مهم في الوجبات الغذائية ويستخدم في صناعة لمبات هولوجان كوارتز ، كما يستخدم في تحضير المحرض ثلاثي أيود النيتروجين عند تفاعله مع الأمونيا .

بلورات اليود تتسامى في درجة حرارة الغرفة (أي تتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة) ، وعند تسخينها في كأس زجاجي تستخدم الأبخرة المتصاعدة منها في الكشف على الأحبار السرية .

بروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide



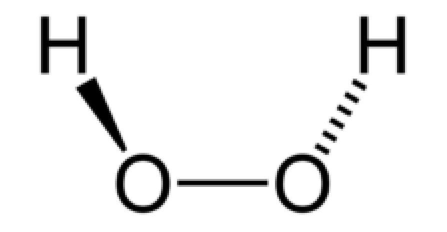
خواصه: وهو ذو لون أزرق باهت والذي يبدو عديم اللون في المحاليل الممدة، وهو بشكل طفيف أكثر لزوجة من الماء له طعم لاذع ، وله رائحة تشبه رائحة حمض النيتريك قليلاً ، عندما يكون مركزاً 100 % يصبح خطر ، ويمكن أن يتحلل إلى ماء و أوكسجين مع انفجار

الاستخدام المدني :تباع محاليله في الصيدليات بتركيز 3 % من أجل تطهير الجروح ، ويباع بتركيز أعلى من ذلك (من 20 – 25 %) من أجل صباغة الشعر و كمزيل لألوان الأقمشة القطنية ، له تأثير حمضي ، وهو عامل مؤكسد قوي ، ويستفاد منه لاسترجاع اللون الأبيض للوحات الزيتية ، إذا أضيف إليه محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 يتصاعد غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 ، ويتكون بروكسيد الصوديوم Na_2O_2 ، وإذا كان العكس فإنه يتحلل ويتصاعد غاز الأوكسجين O_2 .وهو يتفاعل مع محلول برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في وسط حمضي ويزول لون البرمنجنات (هذه طريقة من طرق الكشف عن بروكسيد الهيدروجين) ،

بعض احتياطات السلامة في التعامل معه :

1) احذر استنشاق الأبخرة المتصاعدة أثناء تركيزه
2) لابد من لبس النظارات والقفازات الواقية عند التعامل معه .
3) عند سقوطه على الجسم اغسل مكانه بكمية وافرة من الماء .
4) يتفاعل مع الخشب فيحرقه .
5) يمكن تركيزه على النار مباشرة مع ملاحظة الحجم .

* يمكن الحصول عليه مركزاً من شركات الأدوية ، أو تركيزه بواسطة تسخينه على النار واستخدام قوانين التركيز والتخفيف إذا لزم الأمر .

فوق أكسيد الهيدروجين	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الهيدروجين بيروكسيد	
أسماء أخرى	
الأكسجيني، فوق أكسيد هيدروجين، الماء أوكسيدانت	
الخصائص	
صيغة جزيئية	H_2O_2
الكتلة المولية	34.0147غ/مول
المظهر	أزرق باهت، عديم اللون في المحلول
الكثافة	1.4غ/سم^3
نقطة الانصهار	-11 ° س
نقطة الغليان	150.2 ° س
الذوبانية في الماء	يمتزج
الذوبانية	?
المخاطر	
نقطة الوميض	غير ملتهب

الاسيتون Acetone

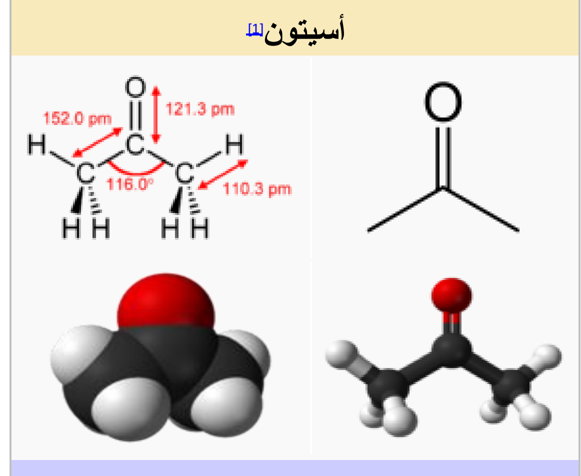
خواصه:سائل عديم اللون ، له رائحة مميزة لطيفة مع أن أبخرته سامة تسبب دوخة وتخدير ، يمتزج مع الماء بكل النسب وهو سريع التبخر والاشتعال ، له بعض الأسماء منها كيتون بربان ، ثنائي ميثيل كيتون

الاستخدام المدني :يستخدم كمزيل لصبغة الأظافر والأحبار ويستخدم في ترقيق الخمور ، كما يستخدم في تحضير المادة المحرضة بروكسيد الاسيتون وفي تنقية المتفجر R.D.X ، وفي إذابة النيتروسليلوز. يمكن الحصول عليه من المكتبات بنسبة تركيز جيدة .

للكشف عليه : 1) أضف 1 ملل من محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى 1 ملل من الاسيتون ولاحظ عدم اختفاءلون البرمنجنات

المخاطر	
ترميز المخاطر	F Xi
توصيف المخاطر	R11, R36, R66, R67
تحذيرات وقائية	S2, S9, S16, S26
نقطة الوميض	−17 ° م
درجة حرارة الاشتعال الذاتي	465 ° ك
حدود الاشتعال	4.0–57.0
LD_{50}	>2000 ملغ/كغ، عن طريق الفم

أسيتون



الاسم النظامي (IUPAC)

بروبانون

أسماء أخرى

β-ketopropane, dimethyl ketone, dimethylformaldehyde, DMK, propanone, 2-propanone, propan-2-one

الخصائص	
صيغة كيميائية	C_3H_6O
كتلة مولية	58.08 غ.مول$^{-1}$
المظهر	سائل عديم اللون (أبيض كالثلج عندما يكون صلباً)
الكثافة	0.7925 غ/سم^3
نقطة الانصهار	−94.9 ° س، 178 °ك، -139 °ف
نقطة الغليان	56.53 ° س، 330 °ك، 134 °ف
الذوبانية في الماء	مزوج
حموضة (pK_a)	24.2
قرينة الانكسار (n_D)	1.35900 (20 ° م)
اللزوجة	0.3075 cP

غاز الأمونيا Ammonia

رمزه: NH_3

محلوله: هو هيدروكسيد الأمونيا Ammonium Hydroxide **رمزه** NH_4OH ،

خواصه: غاز عديم اللون محلوله شفاف اللون ورائحته نفاثة مميزة ، لا يشتعل بسهولة ، وهو مهيج ويؤثر على الأغشية المخاطية ، يسيل بواسطة التبريد والضغط ،

درجة غليانه: 32.5- درجة مئوية

درجة انصهاره: 77.7- درجة مئوية عندما يكون تركيزه 100 % .

الذائبية: يذوب بكميات كبيرة في الماء 1300لتر في 1ملل ماء ،

الاستخدام المنزلي: يستخدم منزلياً كمنظف للزجاج بتركيز 33 % ، ولعلاج حالات الإغماء (يسمى النشادر) وفي صناعة الأدوية والتبريد وصودا الغسيل والصابون والثلج ، وفي تنقية المحرض فلمنات الزئبق (وهي مادة شديدة الحساسية) ، تستعمل إنتاج حمض النيتريك و اليوريا ونترات الأمونيوم والنايلون والبلاستيك والفوم

ويتفاعل مع حمض الكبريتيك لإنتاج سماد كبريتات الأمونيوم

الامونياك

خواصه: هو غاز قلوي لا لون له. يتشكل من جزء نتروجين واحد وثلاثة أجزاء هيدروجين ، وهو أخف من الهواء وله رائحة نفاذة مميزة. الرمز الكيمائي له هو NH_3 ويحضر بتقطير الفحم أو بعض المواد النيتروجينية. لا يشتعل غاز الأمونياك في الهواء، ولكنه يشتعل في الأكسجين ويحدث لهبا أصفرا ضعيفا.

الاستخدام المدني: يستخدم في صبغ وتنظيف القطن والصوف وليف الألياف النسيجية الأخرى. ويستخدم ماء الأمونياك كسائل منظف أحيانا.ويمكن أن يستعمل أيضا في تنظيف الأنسجة الملطخة بالحموض.

يعتبر الأمونياك شيئا جوهريا في صناعة الكثير من المواد الكميائية والبلاستكية والفيتامينات والعقاقير. مثلا يقوم الأمونياك بدور العامل الحافز في صناعة مواد بلاستيكية مثل: الراتنج الصناعي ،راتنج الميلامين يستخدم الأمونياك بشكل واسع كسمادا مخصبا

أمونياك	
الاسم النظامي(IUPAC)	
أمونياك	
أسماء أخرى	
النشادر، غاز النشادر، روح	
الخصائص	
صيغة جزيئية	NH_3
الكتلة المولية	17.03غ/مول
المظهر	غاز عديم اللون له رائحة واخزة
الكثافة	0.86كغ/م^3 (عند 1.013 بار وعند نقطة الغليان)
نقطة الانصهار	° 77.73 -س
نقطة الغليان	° 33.34 -س
الذوبانية في الماء	47% عند 0°س 31% عند 25°س 28% عند 50°س[1]
المخاطر	
ترميز المخاطر	T N
توصيف المخاطر	R10-R23-R34-R50

حمض الهيدروكلوريك Hydro Chloric acid



خواصه: سائل إذا كان نقي يكون لونه مثل الماء ، أما التجاري فلونه مثل الزيت أصفر ، وهو محلول لغاز كلوريد الهيدروجين HCl ، ويكون المحلول المشبع له بتركيز 43 % ، له رائحة مميزة نفاثة وحادة

الاستخدام المدني: يستخدم في تنظيف وتلميع المعادن وخاصة قبل عملية اللحام ، وكذلك لتعديل الحموضة في المحاليل ، وتبييض القماش ، وصناعة المطاط والبلاستيك ، وتنقية المياه ، ولجعل البنزين هلامي مع الصمغ أو بياض البيض من أجل صناعة مادة النابلم وذلك بإضافة قليل منه إلى البنزين . يستخدم حمض الهيدروكلوريك لإزالة الصدأ (أوكسيد الحديد) من الحديد أو الصلب قبل المعالجة

* يوجد في محلات بيع الذهب [المحلول الملكي : حمض الهيدروكلوريك + حمض النيتريك بنسبة 1 : 3] وأماكن تنظيف المعادن .

حمض الهيدروكلوريك	
الاسم النظامي(IUPAC)	
هيدروكلوريك حمض	
أسماء أخرى	
حمض كلور الماء الميوريتك حمض روح الملح	
الخصائص	
صيغة جزيئية	HCl
الكتلة المولية	36.46غ/مول
المظهر	سائل بلا لون صافي إلى سائل مصفر
الكثافة	1.18غ/سم^3
نقطة الانصهار	-27.32 ° س
نقطة الغليان	110 ° س
الذوبانية في الماء	مزوج
حموضة(pK_a)	- 8
اللزوجة	1.9ميغا باسكال.ثانية عند 25 °س، 31.5% محلول

المخاطر	
ترميز المخاطر	C
توصيف المخاطر	R34-R37
تحذيرات وقائية	S26-S36-S45

حمض الكبريتيك Sulfuric acid

خواصه: سائل شفاف

الذائبية:يذوب في الماء مع ارتفاع درجة الحرارة

الاستخدام المدني: وهو يستخدم في إنتاج الأسمدة والحرير الصناعي والأفلام و تصفية النفط وفي الصباغة ، وفي عمليات حفر وفقش الزجاج ، وداخل بطاريات السيارات ، وفي عمليات النترجة كعامل مساعد لسحب الماء ، ويستخدم في تنظيف المعادن لإزالته لطبقة الأوكسيد السطحية ، وهو كذلك يستخدم في عمليات التحليل الكهربائي ، وهو يسمى حمض الغمس أو زيت الزاج . عند غليانه يتفكك إلى ماء وثالث أوكسيد الكبريت

عند درجة حرارة 338 يتفكك 30 % منه وعند درجة حرارة 416 يتحلل كلياً ..

لذلك يراعى عند تركيز حمض الكبريتيك رفعه من على النار عند ارتفاع درجة حرارته فوق المئة درجة مئوية لكي لا يتحلل .

* وجوده : في أماكن صيانة السيارات فهو يستخدم داخل بطاريات السيارات ، وفي أماكن تكرير البترول والصناعة المختلفة .

حمض الكبريتيك	
O, O, S, O, H, O, H — 142.2 pm — 97 pm — 157.4 pm	
▼الاسم النظامي (IUPAC) حمض الكبريتيك	
▼أسماء أخرى حمض الكبريت زيت الزاج	
الخصائص	
صيغة جزيئية	H_2SO_4
الكتلة المولية	98.08 غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	1.84 غ/سم^3
نقطة الانصهار	10.38 °س
نقطة الغليان	279.6 °س
الذوبانية في الماء	يمتزج مع الماء بكافة النسب
حموضة (pK_a)	−3
المخاطر	
ترميز المخاطر	C
توصيف المخاطر	R35
تحذيرات وقائية	S1/2-S26-S30-S45

الهكسامين Hexa amine

رمزه: $C_6H_{12}N_4$

خواصه : بلورات بيضاء اللون لها رائحة السمك ، تشتعل بلهب لا دخاني

الذائبية:سريعة الذوبان في الماء ،

درجة الانصهار: تنصهر وتتحلل في درجة حرارة $263\ C^0$ ،

الاستخدام المدني: يدخل الهكسامين كوقود بادئ ومسرع للعمليات الصناعية المتعلقة بصناعة المطاط و الريزاين resine . وهو يباع في محلات معدات الرحلات ويسمى الفحم الأبيض ، ويكون على هيئة أقراص كبيرة ومختلطة مع الشمع ، ويدخل في صناعة دواء لعلاج التهاب المسالك البولية ، وهو يسمى في الصيدليات أروتوبين ، وهو يستخدم في تحضير المحرض بروكسيد الهكسامين و المتفجر R.D.X .



هكسامين على شكل حبوب حرارة

الفورمالدهيد Formaldehyde

خواصه: غاز شفاف اللون ، ذو رائحة نفاثة قوية ، يمكن أن يكثف إلى سائل ،

الذائبية:وهو سهل الذوبان في الماء ،

الاستخدام المدني:ويمكن أن يصل تركيزه إلى 52 % ، التجاري منه يصل تركيزه إلى 37 % (وهو المستعمل لدينا) ، يعرف تجارياً باسم الفورمالين ، وهو ذو تأثير سام تتخثر في وجوده البروتينات ؛ لذلك يستخدم في تخثر الحليب (إلى زبادي) ، وهو مضاد للالتهابات والمكروبات

وهو مادة حافظة ضد التعفن ، وهو يستخدم في التطهير الدخاني ، ومنه يحضر الهكسامين المستخدم في تحضير بروكسيد الهكسامين و R.D.X ،

كما يمكن تحضير R.D.X مباشرة من الفورمالدهيد .

وجوده في الصيدليات وفي أماكن حفظ الجثث أو التشريح و في أماكن صناعة الزبادي و أماكن التطهير الدخاني .

مطهر : وخاصة في الطب البيطري (و تعقيم أحواض القدم foot baths).

التحنيط: كمادة حافظة للحيوانات النافقة أو للبشر (من أجل التشريح في كليات الطب على سبيل المثال).

طب الأسنان : بشكل مباشر (الفورمالدهيد)، أو مشتق (polyoxymethylene) وخلافا للعقاقير والمنتجات والمواد المستخدمة في طب الأسنان ليست خاضعة للترخيص في السوق.

لإنتاج البوليمرات والمواد الكيميائية (أكثر من 50 ٪ من مجموع الاستخدامات من الفورمالدهيد).

غالبا ما تستخدم في المواد اللاصقة وراتنجات دائمة، مثل تلك المستخدمة في صنع اللوح،

فورمالديهيد	
الاسم النظامي(IUPAC)	
ميثانال	
أسماء أخرى	
فورمول، ألدهيد النمل فورمالدهيد، فورمالين،	
الخصائص	
صيغة جزيئية	CH_2O
الكتلة المولية	30.03غ/مول
المظهر	غاز عديم اللون
الكثافة	0,8153غ/سم³ (−20 °س)
نقطة الانصهار	-117 ° س
نقطة الغليان	-19 ° س
الذوبانية في الماء	ينحل في الماء
الذوبانية	ينحل في الإيثانول والإيثر
المخاطر	
ترميز المخاطر	T
توصيف المخاطر	R23/24/25، R34، R40، R43
تحذيرات وقائية	S1/2، S26، S36/37، S39، S45، S51

حمض الليمون Citric acid

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، له طعم الليمون ، وهو يوجد في عصير الليمون

الذائبية: ويذوب في الماء ، ويذوب بقلة في الإيثير ،

الاستخدام المدني:وهو يسمى الملح القاص أو الحامض ، وهو يستعمل في المعلبات للحفظ ، وفي صناعة الأدوية وفي بعض أنواع الصابون ، ومعظم مركبات التنظيف ، ويستخدم في تحضير بروكسيد الهكسامين .



الليمون والبرتقال والحوامض الأخرى تحتوي تركزات عالية من حمض الستريك.

حمض الليمون	
الاسم النظامي(IUPAC)	
2-hydroxypropane- 1,2,3-tricarboxylic acid	
أسماء أخرى	
سترات الهيدروجين الليمون حمض	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$C_6H_8O_7$
المظهر	بلورات صلبة بيضاء
الكثافة	1.665غ/سم^3
نقطة الانصهار	153
نقطة الغليان	يتفكك عند 175 °م (448 كيلفن)
الذوبانية في الماء	133غ/100 مل (22°م)
المخاطر	
ترميز المخاطر	Xi
توصيف المخاطر	R36
تحذيرات وقائية	S26

حمض الخليك Acetic acid

خواصه:عبارة عن مادة صلبة متبلورة له رائحة الخل ، وهو أثقل من الماء ، ويمتزج معه بكل النسب ، وهو في حالته الخالصة ذو تأثير سام على الجلد ،

الاستخدام المدني :هو يستخدم لتخليل وحفظ المواد الغذائية ، وفي التصوير الفوتوغرافي ، وفي عمل أبحاث لاستخراج المعادن .

عند إضافة بضع قطرات منه على 1 سم^3 من الماء ، ثم إضافة هذا المحلول إلى 1 سم^3 من محلول بيكربونات الصوديوم سوف تلاحظ حدوث فوران نتيجة لتصاعد غاز CO_2 ثاني أوكسيد الكربون .

يوجد في البقالات ويسمى روح الخل ، ويمكن تحضيره عن طريق تخمر الكحول الإيثيلي .

بعض احتياطات الوقاية : حيث أنه سام وحارق على الجلد لابد من استعمال القفازات والنظارات والكمامات من أجل رائحته الخانقة .

صناعة المخللات يستعمل مادة حافظة في المعلبات يستخدم في صناعة العطور و المذيبات دباغة الجلود و صناعة النسيج تحضير محلول منظم من حمض الخليك والأستات

حمض الخل	
OH	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	حمض الإيثانويك، حمض الخل
الصيغة الجزيئية	CH_3COOH
الخواص	
الكتلة المولية	60.05غ/مول
المظهر	بلورات أو سائل عديم اللون
الكثافة	1.049غ/سم^{3}سائل 1.266غ/سم^{3}صلب
درجة الانصهار	16.5 °م
درجة الغليان	118.1 °م
انحلالية في الماء	ذواب بشكل كامل
Acidity (pKa)	4.76
اللزوجة	4.76 mPa·s عند20 °م
عزم ثنائي القطب	1.74 D غاز
مخاطر	
توصيف المخاطر	R35،R10
تحذيرات وقائية	S45، S26، S23،S1/2
الجرعة المميتة للنصف LD_{50}	--ملغ/كغ

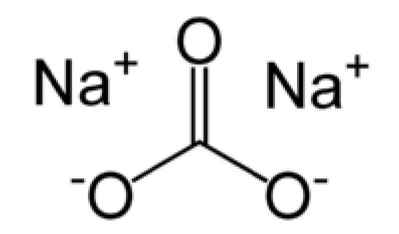
كربونات الصوديوم Sodium Carbonate

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، وهي تسمى صودا آش Soda ash

الذائبية: تذوب في الماء بسهولة لتكون محلول قلوي عندما تكون لامائية ،

الاستخدام المدني: تستخدم في صناعات كثيرة منها صناعة الصابون ، والدروع المضادة للطلقات ، والورق ، والماء النقي ، وكبودرة غسيل ، ومحلول معملي (لمعادلة أفعال الأحماض) ، وفي تنقية الحديد المحتوي على كبريت ، ولانتاج كربونات الكالسيوم (الطباشير) $CaCo_3$ ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH (صودا كاوية أو بوتاس) المتسعمل في الغسيل ، وفي التخلص من الأحماض ، وفي التصوير الفوتوغرافي ، وفي صقل الزجاج ، وتخلط مع بياض البيض لإنتاج حارق هلامي ، و تسخن بشدة مع برادة الحديد والفحم واليوريا لانتاج حديدو سيانيد البوتاسيوم . توجد في البقالات وفي أماكن تصنيع الصابون

الاستخدام الرئيسي له في صناعة الزجاج.
يدخل في صناعة الصابون و المنظفات المنزلية.
يستخدم في صناعة عجينة الورق.
كما يدخل في مجال معالجة مياه المجاري.
يستخدم ايضاً في محلول تخدير الأسنان لتخفيف الشعور بالألم

كربونات الصوديوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الصوديوم كربونات	
أسماء أخرى	
رماد الصودا الغسيل صودا	
الخصائص	
صيغة جزيئية	Na_2CO_3
الكتلة المولية	106.00غ/مول
المظهر	بلورات بيضاء
الكثافة	2.53غ/سم^3
نقطة الانصهار	851 °س
نقطة الغليان	يتفكك
الذوبانية في الماء	50غ/100 مل ماء عند 20 °س
المخاطر	
ترميز المخاطر	Xi
توصيف المخاطر	R36
تحذيرات وقائية	S2-S22-S26

بيكربونات الصوديوم Sodium bicarbonate



خواصها:لها نفس خواص كربونات الصوديوم ، إلا أنها عندما تسخن تتحول إلى كربونات ويتصاعد منها غاز ثاني أوكسيد الكربون وذلك في درجة حرارة 175 درجة مئوية ، وتسمى تجارياً باكنج باودر توجد في البقالات ،

الاستخدام المدني: تستعمل في صناعة الكيك وبعض الحلويات ، وتوجد في الصيدليات كدواء ضد الحموضة ، وكذلك في طفايات الحريق ، وتدخل في صناعة الخبز وكمنظف منزلي ، ومستحضر لتنظيف الأسنان ، وهي تستعمل في خليط مع حمض الترتريك و حمض الليمون اسمه الملح الصحي .

وجودها : توجد في محلات البقالة والصيدليات

يستخدم بشكل واسع في الصناعات الغذائية، ويستخدم في أنضاج العجين حيث يتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون فينتفخ العجين.
في الصناعات الدوائية كمادة مضادة للحموضة، و للقضاء علي حب الشباب
في العديد من التطبيقات الأخرى مثل طفايات الحريق، الصابون، المنظفات، وكمادة مضافة في علف الحيوانات

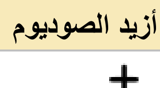
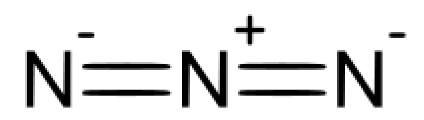
بيكربونات الصوديوم	
Na^+ O^- OH C=O (الصيغة البنائية)	
الاسم النظامي(IUPAC)	
صوديوم هيدروجينية كربونات	
أسماء أخرى	
بيكربونات صوديوم كربونات صوديوم حامضية	
المعرفات	
رقمCAS	144-55-8
الخصائص	
صيغة جزيئية	$NaHCO_3$
الكتلة المولية	84.00غ/مول
المظهر	مسحوق بلوري أبيض
الكثافة	2.24غ/سم^3
الذوبانية في الماء	10غ/100 مل ماء عند 20 °س
المخاطر	
توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	لا يوجد

أزيد الصوديوم Sodium Azide

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، وهي مادة سامة حادة حيث 1جرام منها يكفي لقتل 3 أشخاص ، وعند تفاعلها مع حمض الكبريتيك المركز ينتج غاز أزيد الهيدروجين المتفجر ، ويمكن تبريد هذا الغاز لينتج حمض الهيدروزويك (الذي يجب أن يحفظ مبرد) .

الذائبية: تذوب في الماء وهي تتحلل بالتسخين إلى نيتروجين وصوديوم ، أزيد الصوديوم مادة

الاستخدام المدني:تستخدم في الكشف عن الحمل وتباع في الصيدليات وتستعمل في التصوير ويحضر منها المحرض أزيد الرصاص .

أزيد الصوديوم	
 	
الاسم النظامي(IUPAC)	
صوديوم أزيد	
أسماء أخرى	
صوديوم ثلاثي نترىد	
الخصائص	
صيغة جزيئية	NaN_3
الكتلة المولية	65.02غ/مول
المظهر	مسحوق بلوري أبيض
الكثافة	1.85غ/سم^3
نقطة الانصهار	275 °س
نقطة الغليان	>300 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	41.7غ/100 مل (عند 17°س)
المخاطر	
ترميز المخاطر	 N T+
توصيف المخاطر	R28-R32-R50/53
تحذيرات وقائية	S1/2-S28-S45-S60-S61

حمض النيتريك Nitric acid

خواصه: سائل شفاف ، له رائحة نفاثة

كثافته: 1.52 جم/سم^3 عند تركيز 100 % وفي درجة حرارة 15 درجة مئوية ، وتكون كثافته 1.42 جم/سم^3 عند تركيز 65 % ، والأخير هو المتوفر والموجود في الأسواق .

الاستخدام المدني: له استخدامات كثيرة منها : في ألواح الصفائح الفوتوغرافية ، وفي صناعة الأسمدة ، كما أنه عامل مؤكسد في كثير من التفاعلات الكيميائية ، وفي تحضير المتفجرات، كما يستخدم في صناعة الصباغة العضوية .

التفاعل مع المعادن:يكون حمض النيتريك طبقة رقيقة على سطوح المعادن خاصة الحديد والألومنيوم والكبريت ، وهذه الطبقة تتكون من أوكسيد الفلز ، وهي تحمي هذا الفلز من أي مادة أخرى أو من حمض النيتريك نفسه ، كما أنه يكون مع حمض الهيدروكلوريك بنسبة 3 حمض نيتريك : 1 حمض هيدروكلوريك ليعطي محلول يسمى المحلول الملكي الذي يذيب الذهب والبلاتينيوم . ويسمى حمض النيتريك بالحمض الفاصل أو الفاروقي لأنه يفصل الذهب عن الفضة لأن الفضة تذوب فيه بسهولة أما الذهب فلا يتأثر به .

طرق تحضيره والحصول عليه : يوجد في محلات بيع الذهب ومحلات تلميع وتنظيف المعادن وكذلك تلوينها ، وفي مصانع الأسمدة .

* **بعض احتياطات السلامة في التعامل معه :** لبس الكمامات والقفازات أثناء التعامل معه و الأفضل أن يحفظ في الثلاجة داخل زجاجة بنية أو خضراء داكنة لأنه يتحلل بسبب الضوء ثم ينفجر .

حمض النتريك	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	حمض النتريك
أسماء أخرى	حمض الآزوت، روح النتر، حمض ملح بيتر
الصيغة الجزيئية	HNO_3
الخواص	
الكتلة المولية	63.012غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	1.51غ/مل سائل
الانحلالية في الماء	مزوج مع الماء
درجة الانصهار	-42 ° س
درجة الغليان	83 ° س
pKa	-1.37
المخاطر	
توصيف المخاطر	R8, R35
تحذيرات وقائية	S1/2, S23, S26, S36, S45

نترات الفضة Silver Nitrate

رمزها: $AgNO_3$

خواصه :بلورات بيضاء اللون ، يجب أن تحفظ بعيداً عن الضوء .

الاستخدام المدني: توجد في محلات التصوير .

تحضر بتفاعل الفضة مع حمض النيتريك

الزئبق Mercury

خواصه :معدن سائل فضي اللون ،

الذائبية: يذوب في الأحماض المؤكسدة الساخنة ، وخاصة حمض النيتريك ،

الاستخدام المدني: وهو يستعمل لقياس درجة الحرارة داخل الثرمومترات وفي عيادات طب الأسنان للحشو ، ويستعمل في تحضير المحرض فلمنات الزئبق .

بعض احتياطات السلامة أثناء التعامل معه :

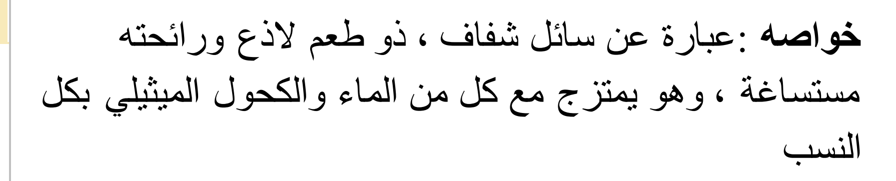
1) عدم وجود الزئبق في أوعية مفتوحة ولابد أن يغطى بالماء دائماً لمنع أبخرته من التصاعد .

2) استعمال القفازات والنظارات والملابس الواقية والكمامات أثناء التعامل معه والحذر من استنشاق أبخرته .

3) عند سقوط قطرات منه على الأرض يجب أن يغسل المكان بالمياه الوافرة ثم يمسح المكان بقطنة مبللة بحمض النيتريك المخفف بعد جمع كل ما يمكن جمعه .

المظهر	
فضي	
	
الخطوط الطيفية للزئبق (غير ملاحظة في فوق البنفسجي)	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	زئبق، 80، Hg
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
الكتلة الذرية	200.59غ·مول$^{-1}$
الخصائص الفيزيائية	
الطور	سائل
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	(سائل) 13.534 غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	234.32ك، -38.83 °س، -37.89 ° ف
نقطة الغليان	629.88ك، 356.73 ° س، 674.11 °ف
النقطة الحرجة	1750ك، 172.00 ميغاباسكال
حرارة الانصهار	2.29كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	59.11كيلوجول·مول$^{-1}$
السعة الحرارية	(25 °س) 27.983 جول·مول$^{-1}$·كلفن$^{-1}$

الكحول الإيثيلي Ethyl alcohol



خواصه :عبارة عن سائل شفاف ، ذو طعم لاذع ورائحته مستساغة ، وهو يمتزج مع كل من الماء والكحول الميثيلي بكل النسب

وعند خلط حمض الكبريتيك بالزيادة مع الكحول الإيثيلي يتصاعد غاز الإيثيلين C_2H_4. عند تأكسده يعطي أسيت ألدهيد CH_3CHO الذي إذا تأكسد يعطي حمض الخل (يؤكسد إما بالخميرة أو غيرها) .

الاستخدام المدني :يستخدم الكحول الإيثيلي في تحضير المحرض فلمنات الزئبق ،وفي تنقية كثير من المواد المتفجرة . طرق الحصول عليه : يباع في الصيدليات لأنه يستخدم في تطهير الجروح ، يستخدم كمادة مذيبة في الصناعة الدوائية لتحضير الخلاصات الكحولية والصبغات الكحولية

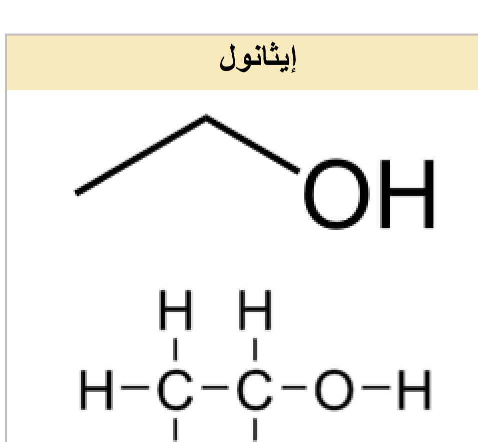
يستخدم كمادة مطهرة موضعية .

يدخل في بناء المشروبات الكحولية

عدا استعماله في مواد التعقيم والمشروبات المسكرة

يستعمل كوقود للمحركات ففي البرازيل أكبر مخازن ومحطات وقود في العالم تنتج وتستهلك الايثانول كوقود للسيارات والطائرات ذات الوزن الخفيف وبقرار من الحكومة البرازيلية يجب أن يمزج 25% من الايثانول بكل 1لتر بنزين لتخفيض تكلفته والتقليل من تلوث البترول. اليوم أكثر من 50% من السيارات في البرازيل مجهزة لتعمل على البنزين والايثانول ويسمى محرك فليكس

احتياطات السلامة : إبعاده عن أي مصدر حراري أو لهب مباشر ، كذلك لا بد أن يحفظ بعيداً عن الأحماض المختلفة .

إيثانول	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
إيثانول	
أسماء أخرى	
كحول كحول إيثيلي،	
الخصائص	
صيغة جزيئية	C_2H_5-OH
الكتلة المولية	46.07غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.789غ/سم^3
نقطة الانصهار	- 114.3 ° س
نقطة الغليان	78.4 ° س
الذوبانية في الماء	كامل الامتزاج
المخاطر	
ترميز المخاطر	F
توصيف المخاطر	R11 R20 R21 R22 R36
تحذيرات وقائية	S2 S7 S16

الهيدرازين Hydrazine

رمزه: N_2H_4

خواصه :سائل شفاف ليس له لون ، له رائحة غاز الأمونيا الضعيفة

درجة غليانه: 113.5 درجة مئوية ،

درجة انصهاره: 1.4 درجة مئوية ، وهو يتجمد في درجة حرارة -2 درجة مئوية ،

الاستخدام المدني: يستخدم كوقود لمحركات الصواريخ ، ويستعمل أيضاً كعامل مختزل قوي ، ويستخدم صناعياً لإعطاء الصلابة المستمرة للمعادن . يتفاعل مع حمض الليمون لإنتاج دواء ضد السل الدرني ، ويدخل في صناعة دواء ضد السعال يسمى Neocodimo ، وكعامل نفخ لإنتاج المطاط الصناعي والبلاستيك الفومي ، ويعمل كمضاد للمواد المؤكسدة (أي يمنع الصدأ) وقاتلات الأعشاب .

لزيادة تركيزه يعمل له عملية تقطير .

إذا سخن وهو بتركيز 100 % قد ينفجر إذا ارتفعت درجة حرارته كثيراً .

هيدرات الهيدرازين Hydrazine hydrate

رمزها: N_2H_5OH

درجة غليانه :عندما يكون تركيزه 80 % تكون درجة غليانه 120.1 درجة مئوية ، ويستخدم هو والهيدرازين في تكوين خليط استرولايت G , A

الاستخدام المدني:يوجد في مخازن بيع الأدوية ، وتصنيع الفوم والبلاستيك وفي محلات بيع المواد الزراعية .

بودرة الألومنيوم Aluminum powder

رمزها : Al

خواصه:عنصر فلزي ، عدده الذري 13 ، ووزنه الذري 26.981 ، وهو غير قابل للصدا

الذائبية:ويذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وحمض الكبريتيك ، ولا يتأثر بحمض النيتريك كثيراً ؛ لتكون طبقة عليه من أوكسيده . وهو ثلاثي التكافؤ ،

الاستخدام المدني: يسمى تجارياً مسحوق البرونز ، يستعمل كدهان للمعادن وللسيارات ولصناعة جسم الطائرة و أواني الطبخ والمجسمات الهندسية وكابلات الكهرباء ، و يستخدم في عمل المرايا واللفائف (القصدير) وتستخدم أملاح الألومنيوم في تنقية المياه ، وهي تستخدم كعامل مساعد في التفاعلات ، ويستخدم أوكسيد الألومنيوم في صناعة التلسكوب الانكساري وفي صناعة الإسمنت ويستخدم في كثير من الخلائط الانفجارية والحارقة وعمل الحشوات الجوفاء .موجوده : في محلات الدهان والصباغة .

التعامل مع Al : يجب لبس القفازات والكمامات لأن الغبار يسبب التهابات رئوية .

المظهر

رمادي فلزي



الخطوط الطيفية للألومنيوم

الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	ألومنيوم، 13، Al
تصنيف العنصر	فلز آخر
الكتلة الذرية	26.9815386غ·مول$^{-1}$
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	2.70غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	2.375غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	933.47ك، ° 660.32 س، ° 1220.58ف
نقطة الغليان	2792ك، ° 2519 س، ° 4566 ف
حرارة الانصهار	10.71كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	294.0كيلوجول·مول$^{-1}$
السعة الحرارية	(25 °س) 24.200 جول·مول$^{-1}$·كلفن$^{-1}$
الخصائص الذرية	
أرقام الأكسدة	**3**, 2, 1 (أكسيد مذبذب)

الكربون Carbon

خواصه :بلورات سوداء اللون ، عددها الذري 6 ، وزنها الذري 12.01 ،

درجة انصهارها: 3550 درجة مئوية ،

ودرجة الغليان: 4830 درجة مئوية .

الذائبية:وهي لا تذوب في الماء ،

الاستخدام المدني:وهي تتشكل لتكون الماس ، أو الجرافيت الموجودة في قلم الرصاص ، ويستخدم بشكل واسع في الصناعة وخاصة صناعة الحديد والرصاص حيث يستخدم كعامل مختزل حيث يعطي كل الإلكترونات الأربعة التي في مداره الأخير . يستخدم أسود الكربون كخضاب أسود في تركيب أحبار الطباعة والألوان الزيتية أو المائية، وفي تركيب ورق الكربون والحبر الهندي وكمادة طباعة في خراطيش الطابعات الليزرية، كما يستخدم أيضاً كمادة مالئة وملونة للمنتجات البلاستيكية وللمطاط الصناعي المستخدم في صناعة الإطارات



المظهر	
شفاف (ألماس) أو أسود) غرافيت(	
الخطوط الطيفية للكربون	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	كربون، 6، C
تصنيف العنصر	لا فلز
الكتلة الذرية	12.0107(8) غ·مول$^{-1}$
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة(	لابلوري [1] 1.8–2.1 : غ·سم$^{-3}$
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة(	غرافيت: 2.267 غ·سم$^{-3}$
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة(	ألماس: 3.515 غ·سم$^{-3}$
حرارة الانصهار	) 117غرافيت (كيلوجول·مول$^{-1}$

الفحم والفحم المنشط Activated charcoal , Charcoal

رمزه: C_6H_2O

خواصه:بلورات سوداء اللون ، لا تذوب في الماء ، وتشتعل في الهواء ، ويستخدم في التسخين والتدفئة ، ولامتصاص الروائح الكريهة (يوضع داخل الثلاجة) ،

الاستخدام المدني: ويصنع منه حبات على شكل أقراص تباع في الصيدليات لامتصاص الغازات في المعدة وهو يسمى الفحم النشط ، وهو يستخدم في التفاعلات الكيميائية كعامل مساعد ، وللتجفيف والتنظيف وفي صناعة المطاط وفلتر السجائر ، وهو أكثر امتصاصاً للغازات من الفحم العادي نظراً لكثرة المسامات الموجودة به ، ويدخل في كثير من الخلائط كمادة مختزلة فقيرة في الأوكسجين .

يمكن الحصول على الفحم العادي بعد احتراق الأخشاب احتراقاً بطيئاً (تحت الأرض وبدون أوكسجين) ، أما الفحم المنشط فهو عبارة عن فحم محروق ومصنوع في درجات حرارة عالية مع بخار الماء أو ثاني أوكسيد الكربون فلذلك يكون كثير المسام .

زيت البرافين paraffin oil

خواصه :سائل زيتي ثقيل القوام ،غالبا ما تتواجد البرافينات في بوتي، أبيض، ليس لها رائحة ولا طعم، ولها نقطة ذوبان تقريبا من 47 C ° إلى 65 C °. والبرافينات لا تذوب في الماء، ولكن تذوب في الإثير، البنزين، وبعض الإسترات. ولا تتأثر البرافينات بمعظم المتفاعلات ولكنها تشتعل بسرعة.

درجة غليانه: تتراوح بين 440 – 570 درجة مئوية حسب نقاوته ،

الاستخدام المدني: وهو يستخدم كمسهل قبل إجراء العمليات الجراحية ، يباع في الصيدليات ، وهو يستخرج أثناء عمليات التقطير الإتلافي (أي بمعزل عن الهواء) للفحم أو البترول
صناعة الشموع.تغطية الورق الشمعي والملابس الشمعية.تحضير عينات علم الأنسجة.
أحد الطرق لإحكام سد البرطمانات، المعلبات، الزجاجات.كوقود للمصابيح، ومواقد التخييم.كمرطب للبشرة.

البرافينات الشمعية بها أيضا درجة تستخدم في الصناعات الغذائية، فتضاف للحلويات لتجعلها تبدو براقة. ورغم أنها صالحة للأكل، فإنها لا تهضم، فهي تسير خلال الجسم بدون أن يحدث لها تكسير. الدرجات الأخرى من البرافينات يمكن أن تحتوى زيوت وشوائب قد تكون سامة، أو مضرة بالصحة.

أوكسالات الأمونيوم Ammonium oxalate

رمزها: $C_2H_8N_2O_4$

خواصه:بلورات بيضاء اللون ، تذوب في الماء بسهولة ، وهي تستخدم كمثبت في الخلائط الكيميائية المتفجرة .

توجد في محلات بيع المواد الكيميائية ،

الكبريت Sulfur

خواصه :بلورات صفراء اللون ،

الاستخدام المدني:، وهو يستخدم في صناعة أعواد الثقاب ، وفي البارود الأسود

وفي الزراعة لمعالجة قلوية التربة ، وفي تحضير المبيدات الحشرية والفطرية ، ولعلاج بعض الأمراض الجلدية واضطرابات المعدة ، وفي تجهيز المطاط وكثير من المركبات العضوية ، وفي عمليات التبييض وفي تحضير حمض الكبريتيك وغاز الخردل وكثير من الخلائط المتفجرة - فهو يزيد من حساسية الخليط – كمادة فقيرة في الأوكسجين قابلة للتفاعل،كما يستخدم الغاز الناتج عن احتراقه SO_2 لأغراض التعقيم .



الكبريت عندما يحترق يذوب إلى لون أحمر قاني وليلا يمكن مشاهدة لهيب الكبريت المشتعل ذو اللون الأزرق

المظهر	
بلورات صفراء ليمونية مكروئية متكتلة (زهر الكبريت)  الخطوط الطيفية للكبريت	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	كبريت، 16، S
تصنيف العنصر	لا فلز
الكتلة الذرية	32.065غ·مول$^{-1}$
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة	(ألفا) 2.07 غ·سم$^{-3}$
الكثافة	(بيتا) 1.96 غ·سم$^{-3}$
الكثافة	(غاما) 1.92 غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	1.819غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	388.36ك، 115.21 °س، 239.38 ° ف
نقطة الغليان	717.8ك، 444.6 °س، 832.3 ° ف
النقطة الحرجة	1314ك، 20.7 ميغاباسكال
حرارة الانصهار	(أحادي) 1.727 كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	(أحادي) 45 كيلوجول·مول$^{-1}$
السعة الحرارية	(25 °س) 22.75 جول·مول$^{-1}$·كلفن$^{-1}$

النفثالين Naphthalene

رمزه : $C_{10}H_8$

خواصه :بلورات بيضاء اللون ، تتطاير في الجو البخاري ، وتتسامى في درجة حرارة منخفضة لها رائحة نفاثة قوية ، وهي تحترق بلهب مدخن

الذائبية: تذوب في البنزين والكحول و الإيثير ،

الاستخدام المدني: توضع في المراحيض والبالوعات من أجل القضاء على

الآفات وهي تدخل في خلائط نترات الأمونيوم المتفجرة ، تباع في الأسواق على هيئة كرات بيضاء

نفثالين	
عام	
الاسم الكيميائي	نفثالين
أسماء أخرى	كافور القطران، القطران الأبيض, Moth Flakes
الصيغة الكيميائية	$C_{10}H_8$
الكتلة المولية	128.17052 g/mol
الشكل	بلورات بيضاء صلبة
الخواص	
الكثافة	1.14 g/cm³
الذوبان في ماء	غير قابل للذوبان في الماء
نقطة الانصهار	80.5 °C
نقطة الغليان	218 °C
المخاطر	
الأخطار	قابل للاشتعال، مسبب للحساسية, مسرطن. يمكن أن التراب يكوّن خليط متفجر مع الهواء
درجة الاشتعال الذاتي	525 °C

الزنك Zinc

خواصه: فلز أبيض مائل للزرقة من عناصر الاقلاء. صلب ولكنه في درجات تتراوح من 100-150 مئوية يصبح قابلا للطرق والسحب. مقاوم للصدا. يشتعل عند حوالي 1000 مئوية معطيا لهبا أبيض. يشار إلى الزنك في السياقات الغير العلمية باسم دخان الزنك وهو مركب مزرق لامع أبيض ،وهو معدن ضعيف النفاذية المغناطيسية ،ومن خلال معظم الدرجات التجارية الشائعة لهذا المعدن هو اقل كثافة من الحديد إلى حد ما وله سداسية التركيب البلوري ان هذا المعدن قاسي وهش تحت تاثير معظم درجات الحرارة ولكنه يصبح لين ما بين 100°و150° واقصاه210°حيث يصبح هذا المعدن أكثر هشاشة فيمكن سحقه بالضرب

الاستخدام المدني: وهو يستخدم لصباغة المعادن ضد الصدأ ، وفي عمل الأقطاب الموجبة ، وفي استخلاص الذهب ،وفي الحصول على الفضة من كلوريد الفضة ، وفي صناعة السبائك .

وجوده : يوجد في خاماته على هيئة كبريتيد الزنك ZnS أو في خامات أخرى مثل : (ZnFe)S ، $ZnCO_3$ ، $ZnFe_2O_4$ ويستخلص من خاماته بتحميصه على الرمل فيتحول إلى ZnO فنفاعله مع الكربون ومع التسخين فينتج Zn ، CO . ويستخدم في عملية جلفنة الحديد صناعة البطاريات المختلفة بالإضافة لصناعة العلبة الخارجية للبطاريات الجافة. صناعة سبائك تستخدم في عمليات اللحام والطلاء

المظهر	
رمادي فضي 	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	زنك، 30، Zn
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	12، 4، d
الكتلة الذرية	65.38(2) غ·مول$^{-1}$
توزيع إلكتروني	[Ar]; $3d^{10}$ $4s^2$
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	2, 8, 18, 2 (صورة)
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	7.14 غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	6.57 غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	692.68ك، 419.53 ° س، 787.15 ° ف
نقطة الغليان	1180ك، 907 ° س، 1665 ° ف
حرارة الانصهار	7.32 كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	123.6 كيلوجول·مول$^{-1}$

المغنيسيوم Magnesium

خواصه:بلورات فضية اللون مائلة للأبيض ،

الاستخدام المدني:وهي تستخدم لعمل لمبات سلك الوميض الفوتوغرافي ، وقالب لصب الأدوات والمعادن ، تحترق في الهواء ببريق شديد ؛ لذلك تستخدم في كثير من الخلائط وخاصة خلائط القنابل المضيئة ، وهي تستخدم أيضاً في تكرير السكر وصناعة الإسمنت والورق والدباغة والغراء والمرايا العاكسة والسيراميك والزجاج وهي ضد الصدأ . يستخدم في صنع بعض أنواع الطائرات حيث انه اخف الفلزات و يستخدم لحماية الحديد من الصدأيشكل المغنسيوم مصدر خطورة عند وجوده أو خزنه في أماكن التخزين العادية نظرًا لتفاعله واكسدته السريعة واشتعاله لمجرد الأحتكاك البسيط أو تعرضه لأي لهب، وهذا يمنع استخدامه في صورة منفردة، ولكن بعد تطوير سبائك المغنسيوم المختلفة اختفت تلك المشكلة

المظهر	
رمادي فضي  الخطوط الطيفية للمغنسيوم	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	مغنسيوم، 12، Mg
تصنيف العنصر	فلز قلوي ترابي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	2، 3، s
الكتلة الذرية	24.3050غ·مول$^{-1}$
توزيع إلكتروني	Ne]; 3s^{2}]
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	2, 8, 2 (صورة)
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة) عند درجة حرارة الغرفة(	1.738غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	1.584غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	923ك، 650 ° س، 1202 °ف
نقطة الغليان	1363ك، 1091 ° س، 1994 °ف
حرارة الانصهار	8.48كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	128كيلوجول·مول$^{-1}$
السعة الحرارية	24.869 (25 °س) جول·مول$^{-1}$·كلفن$^{-1}$

السكر Sugar

خواصه:بلورات بيضاء اللون ، وعندما تحترق تتفحم

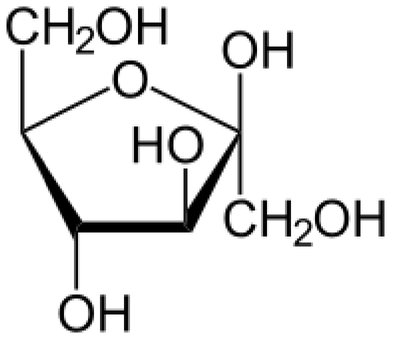
الذائبية:تذوب في الماء بسهولة ، وهي لا تذوب في الإيثير والمذيبات العضوية الأخرى ،

الاستخدام المدني :ويستخدم في صناعة الحلويات والمواد الغذائية وينتمي لهذه المجموعة كلاً من سكر القصب ، وسكر الشعير (مالتوز) ، وسكر اللبن (لاكتوز) ، والجليكوز $C_6H_{12}O_6$.

وهو يكون خلائط مع مواد مؤكسدة مثل النترات والكلورات والبرمنجنات .

يمكن استخلاصه من النباتات المختلفة مثل قصب السكر والبنتر واللفت وغيره

.

فركتوز	
	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	1,3,4,5,6-خماسي هيدروكسي هكسان-2-ون
أسماء أخرى	سكر الفاكهة، ليفولوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$
الخواص	
الكتلة المولية	180.16غ/مول
المظهر	صلب
الكثافة	1,59غ/سم^3
الانحلالية في الماء	79غ/100 مل ماء عند ؟؟ °س
الانحلالية في المحلات الأخرى	ينحل في الأسيتون
درجة الانصهار	100 - 104 °س



الفازلين Vaseline



رمزه: يبدأ من $C_{15}H_{32}$ إلى $C_{20}H_{42}$ (أي أنه أنواع)

خواصه :هو مادة هلامية عجينية ناعمة ، لها ألوان مختلفة أشهرها الأبيض والأصفر ، يستخدم في عمليات التليين والتغيير على الجروح ، ويدخل في خلائط المراهم ، وفي عمليات الإحكام للأجهزة الزجاجية ، متوفرة في البقالات و محلات بيع الخردوات والزينة والصيدليات ، ويحصل عليه من عمليات الغليان العالي لتقطير البترول أو زيت Shale .

الطولوين Toluene

خواصه:سائل عديم اللون ذو رائحة خاصة ، وهي لا يختلط بالماء ، ويمتزج بالمذيبات العضوية ، وهو يشبه البنزين في أنه أخف من الماء ، يشتعل بلهب مدخن ،

الاستخدام المدني:يستعمل كمذيب لكثير من المواد العضوي ، وهو يستخدم كمذيب لكثير من المواد العضوية ، وهو يستخدم كوقود ومذيب للأصباغ الدهنية والطلاء وكمذيب للصق البلاستيك ، ويستخدم لتحضير الفينول والبنزين و TNT .. ويستخدم صُنَّاع الدهانات التولوين مذيبًا للك (الورنيش). ويدخل التولوين كذلك في صناعة الكثير من الصبغات والعطور. وتشترط الأنظمة الصحية في بعض الدول أن يقلل الصناع من كمية التولوين في الهواء الذي يتنفسه العمال. وتؤدي زيادة التعرض للتولوين إلى تلف جلد البشرة والعيون والجهاز العصبي المركزي.

وجوده في محلات بيع الوقود (يستخدم في البرازيل كوقود للسيارات) والمذيبات للصباغة الدهنية والطلاء ،

تولوين	
CH_3	
معلومات عامة	
الاسم النظامي	ميثيل بنزين
أسماء أخرى	ميثيل البنزن، فينيل الميثان،
الصيغة الجزيئية	$C_6H_5CH_3$أوC_7H_8
الخواص	
الكتلة المولية	92.14غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.8669غ/مل
الانحلالية في الماء	0.47غ/ل ماء عند 20-25 °س
درجة الانصهار	-93 ° س
درجة الغليان	110.6 °س

الفينول Phenol



خواصه: يسمى أيضاً حمض الكربوليك Carbolic acid ، يوجد الفينول على هيئة بلورات إبرية عديمة اللون ، وقد يتغير لونه لوجود بعض الشوائب فيه ، وهو لا يتميع ولكنه يمتص الرطوبة من الهواء عند وجود أي شوائب متحولاً بذلك إلى سائل ذي رائحة خاصة

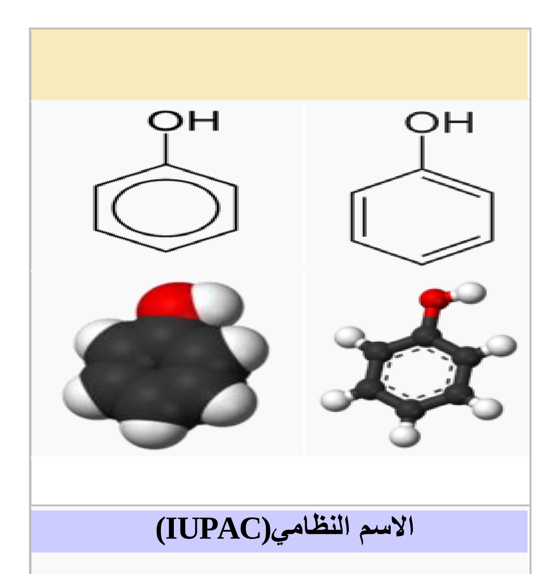
الذائبية: وهو يذوب في أغلب المذيبات العضوية ، كما يذوب في الماء في درجة حرارة 68.5 درجة مئوية ، وهو يساعد على تخثر البروتينات ؛ ولهذا فهو سام للأنسجة .

الاستخدام المدني: يستخدم في صناعة نايلون 66 (الحرير الصناعي) وللتطهير من الميكروبات والجراثيم في المستشفيات وبيوت الدجاج ، ويستخدم في صناعة كثير من الأدوية من أشهرها الاسبرين (الذي إذا أكلت منه 30 حبة دفعة واحدة تموت ، أما إذا أكلت منه 60 حبة دفعة واحدة فلا تموت لأنها تتعادل داخل الجسم) ، كما يستخدم الفينول في صناعة الأحبار

طرق الحصول عليه واستخلاصه : يوجد في الصيدليات وفي أماكن بيع المبيدات الحشرية والمنظفات ،

الكشف عنه : عند إضافة ثلاثي كلوريد الحديد Fe_2Cl_3 إلى الفينول ، سيتلون بلون بنفسجي.

المخاطر	
رمز الخطر GHS	[3]
توصيف المخاطر	R23/R24/R25-R34-R48/R20/R21/R22-R68
تحذيرات وقائية	S1/2-S24/S25-S26-S28-S36/S37/S39-S45
نقطة الوميض	79 °C

	
الاسم النظامي(IUPAC)	
Phenol	
أسماء أخرى	
هيدروكسي البنزين الكربوليك حمض فينيل الكحول	
الخصائص	
صيغة كيميائية	C_6H_6O
كتلة مولية	94.11غ.مول$^{-1}$
المظهر	بلورات صلبة شفافة
الكثافة	1.07 g/cm^3
نقطة الانصهار	40.5 °س، 314 °ك، 105 °ف
نقطة الغليان	181.7 °س، 455 °ك، 359 °ف
الذوبانية في الماء	8.3 g/100 mL (20 °C)
حموضة(pK_a)	9.95 (in water), 29.1 (in acetonitrile)[2]





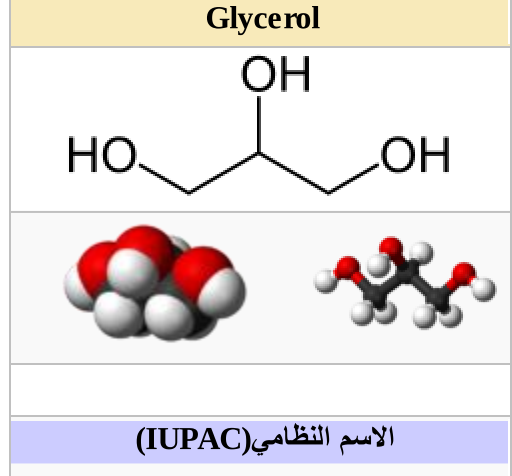
رمزه: $C_3H_5(OH)_3$

خواصه: عبارة عن سائل لزج القوام ، عديم اللون والرائحة ، يتميز بطعم حلو ، وهو يتحول إلى مادة صلبة متبلورة عند تبريده ،

الذائبية: وهو يمتزج مع الماء والكحول بكل النسب ، وهو عديم الذوبان في الإيثير

الاستخدام المدني: ويستخدم في صناعة الصابون ومرطبات البشرة ، وبعض الأدوية والمواد الغذائية ، والبلاستيك ومعدات التزييت العادية والجراحية ، والتحاميل الطبية الشرجية ، وفي غسيل اليد ، وفي صناعة الراتنج (مادة مثل البلاستيك) والصمغ الصناعي ، والدخان والسجائر والأفلام ، وهو يستخدم في تحضير النيتروجلسرين المتفجر وفي إشعال برمنجنات البوتاسيوم ، وفي التوقيت مع حمض الكبريتيك داخل الكبسولة (لأنه يؤخر عمل الحمض داخل الكبسولة) .

يباع في الصدليات

Glycerol	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
propane-1,2,3-triol	
أسماء أخرى	
glycerin glycerine propanetriol 1,2,3-trihydroxypropane	
الخصائص	
صيغة كيميائية	$C_3H_8O_3$
كتلة مولية	92.09غ.مول$^{-1}$
المظهر	colorless liquid hygroscopic
الرائحة	odorless
الكثافة	1.261 g/cm^3
نقطة الانصهار	17.8 °س، 291 °ك، 64 °ف
نقطة الغليان	290 °س، 563 °ك، 554 °ف
قرينة الانكسار (n_D)	1.4746
اللزوجة	1.412 Pa·s[1]

الجليكول

Glycol

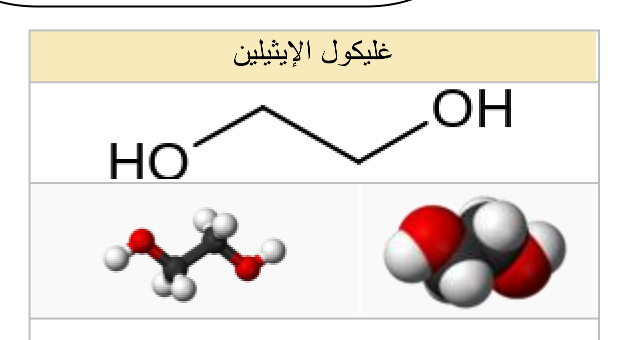
رمزه: $C_2H_6O_2$

خواصه: سائل شفاف عديم اللوم والرائحة ، حلو المذاق ، أقل لزوجة من الجلسرين ، وهو شديد الامتصاص للرطوبة

الذائبية: وهو قابل للذوبان في الماء والكحول بأي نسبة ، ومع الجبسرين والاسيتون و حمض الخليك ، وغير قابل للخلط مع البنزين والكلوروفورم ، وثنائي كبريتيد الكربون C_2S وهو مذيب لكثير من العناصر التي تذوب في الماء بما في ذلك الأدوية ،

الاستخدام المدني: ويدخل في صناعات كثيرة مثل مضادات التجمد (آنتي فريز) وفي صناعة المضافات الغذائية ، ومواد التجميل ، وفي صناعة ألياف الولي استر مثل قماش الترالين ، وفي تبريد الآلات الصناعية ، وفي صناعة البولي ايثيلين جليكول Poly ethylene glycol لمنع تسوس الأخشاب ، ويستخدم في تحضير المتفجر ثنائي نيترو جليكول .

وجوده يباع في شركات الأدوية وصيانة السيارات على أنه مانع للتجمد ، ويحضر بتفاعل غاز الايثيلين مع ماء الكلور .



غليكول الإيثيلين	
الاسم النظامي(IUPAC)	
Ethane-1,2-diol	
أسماء أخرى	
1,2-Ethanediol Glycol Ethylene Alcohol Hypodicarbonous acid Monoethylene glycol	
الخصائص	
صيغة كيميائية	$C_2H_6O_2$
كتلة مولية	62.07 غ.مول$^{-1}$
المظهر	clear, colorless liquid
الكثافة	1.1132 g/cm³
نقطة الانصهار	−12.9 ° س، 260 °ك، 9 °ف
نقطة الغليان	197.3 ° س، 470 °ك، 387 °ف
الذوبانية في الماء	Miscible
المخاطر	
توصيف المخاطر	R22 R36
تحذيرات وقائية	S26 S36 S37 S39 S45 S53
درجة حرارة الاشتعال الذاتي	410 °C (770 °F)

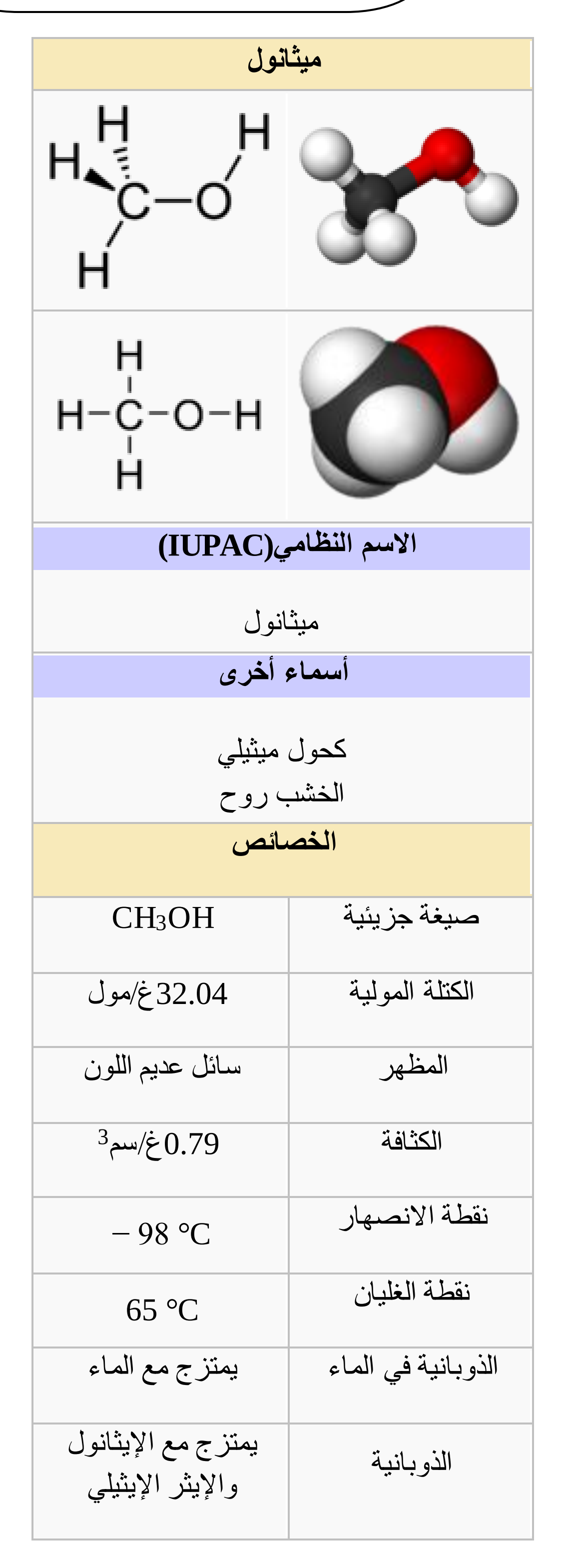
الكحول الميثيلي Methyl alcohol

خواصه: سائل شفاف ذو رائحة شبيهة برائحة الكحول الإيثيلي ، له طعم حارق ، وشربه يسبب العمى والهوس

الذائبية: وهو يذوب في الماء ،

الاستخدام المدني: يستخدم في تحضير العطور والدهان وكوقود للسيارات ومضاد للتجمد ، كما يستخدم كمذيب و عامل تطهير وتنظيف ، ومخفف لكثافة الشيلاك ، وتنقية بعض المواد المتفجرة ، وفي تحضير المتفجر ثنائي نيترو ميثان .

يباع في الصيدليات كمطهر للجروح ، ويستخدم أيضاً كوقود للتسخين ، ويمكن تحضيره بعدة طرق منها : تسخين الخشب بمعزل عن الهواء (هذه العملية تسمى التقطير الإتلافي) في درجة حرارة من 250 – 400 درجة مئوية ، في حجرة حديدة مغلقة مظلمة ، وينتج معه نواتج كثيرة يفصل عنها حسب درجات الحرارة لغليانه أو تبخره .

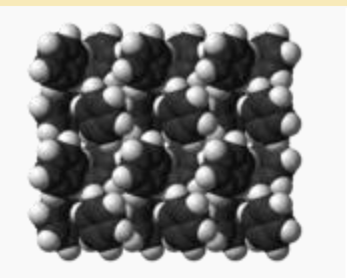
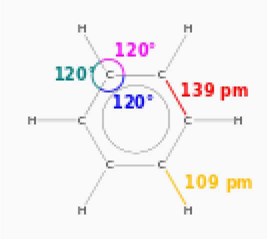


ميثانول	
الاسم النظامي(IUPAC)	
ميثانول	
أسماء أخرى	
كحول ميثيلي الخشب روح	
الخصائص	
صيغة جزيئية	CH_3OH
الكتلة المولية	32.04غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.79غ/سم^3
نقطة الانصهار	– 98 °C
نقطة الغليان	65 °C
الذوبانية في الماء	يمتزج مع الماء
الذوبانية	يمتزج مع الإيثانول والإيثر الإيثيلي

البنزين Benzene

خواصه:سائل عديم اللون ، وهو لا يختلط بالماء إلا بنسبة بسيطة 0.2 % ، لكنه يمتزج بكل المذيبات العضوية ، يحترق بلهب مدخن مصفر مما يدل على وجود نسبة عالية من الكربون فيه ، وهو مركب حلقي عضوي سريع الاشتعال والتطاير ، والبخار الناتج منه سام ،

الاستخدام المدني:وهو يستخدم كوقود للسيارات وكمذيب لبعض الدهون والصمغ والزيوت ، ويستخدم في عمليات الإنارة و ووقود للمحركات الصغيرة ، وفي تحضير القنابل الحارقة (المولوتوف والنابلم) ، وكذلك في تحضير النيترو بنزين ، ومشتقاته كثيرة ومتعددة . يوجد البنزين النقي في محطات الوقود المنتشرة في كل مكان ، وقد تم عزله لأول مرة بواسطة عالم يسمى فاراداي Faraday في عام 1825 م بواسطة تكثيف بخار البترول وضغطه ، وفي عمليات التقطير الإتلافي ، ونحصل الآن على معظم البنزين بواسطة تقطير البترول .

Benzene	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
Benzene	
Cyclohexa-1,3,5-triene	تسمية الاتحاد الدولي للكيمياء
أسماء أخرى	
1,3,5-Cyclohexatriene, Benzol, Phene	
الخصائص	
C_6H_6	صيغة كيميائية
78.11غ.مول$^{-1}$	كتلة مولية
Colorless liquid	المظهر
Aromatic, gasoline-like	الرائحة
0.8765(20) g/cm^3[1]	الكثافة
5.53 °س، 279 °ك، 42 °ف	نقطة الانصهار
80.1 °س، 353 °ك، 176 °ف	نقطة الغليان
1.53 g/L (0 °C) 1.81 g/L (9 °C) 1.79 g/L (15 °C)[2][3][4] 1.84 g/L (30 °C) 2.26 g/L (61 °C) 3.94 g/L (100 °C) 21.7 g/kg (200 °C, 6.5 MPa) 17.8 g/kg (200 °C, 40 MPa)[5]	الذوبانية في الماء

المخاطر	
	ترميز المخاطر
R45, R46, R11, R16, R36/38,R48/23/24/25, R65	توصيف المخاطر
S53, S45	تحذيرات وقائية
930 mg/kg (rat, oral)	LD_{50}

Di Methyl aniline ثنائي ميثايل أنيلين

رمزها : $C_6H_5N(CH_3)_2$

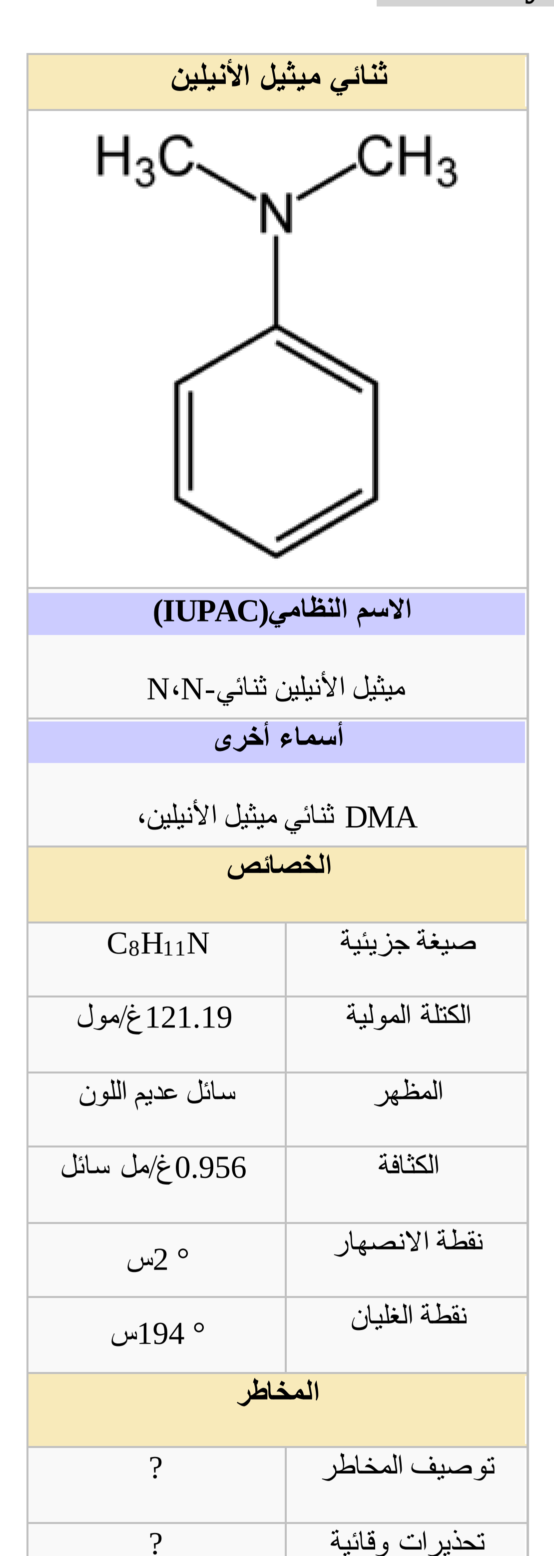
خواصه: سائل زيتي عديم اللون ، ورائحته مميزة وكريهة جداً – مثل رائحة المبيد الحشري – وهو عبارة عن سائل زيتي عديم اللون عندما يكون نقياً، في حين أن العينات التجارية منه تكون صفراء.

الاستخدام المدني: يستخدم كمذيب ويدخل في صناعة الصباغة للأقمشة الكتانية والصوفية وفي تنقية القطن

يستخدم مركب ثنائي ميثيل الأنيلين كمحفز لتصلب ريزينات (راتنجات) البوليستر وفينيل الإستر [3].

يستخدم كركازة لتحضير مركبات عضوية أخرى.

.



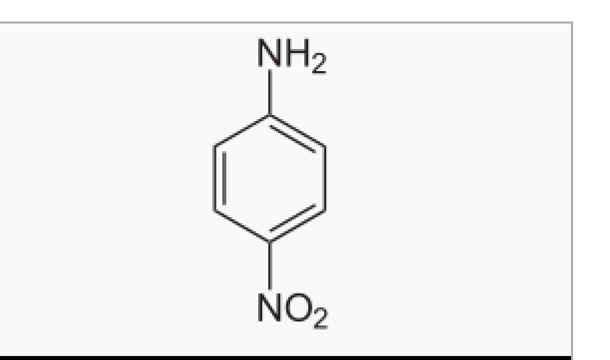
ثنائي ميثيل الأنيلين	
الاسم النظامي (IUPAC)	
N،N-ثنائي ميثيل الأنيلين	
أسماء أخرى	
DMA ثنائي ميثيل الأنيلين،	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$C_8H_{11}N$
الكتلة المولية	121.19غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون
الكثافة	0.956غ/مل سائل
نقطة الانصهار	2 °س
نقطة الغليان	194 °س
المخاطر	
توصيف المخاطر	?
تحذيرات وقائية	?

بارا نيترو أنيلين Para Nitro aniline

رمزه: $C_6H_4NH_2NO_2$

خواصه:بلورات صفراء اللون ،

الاستخدام المدني: يستخدم في صباغة الأقمشة ، ويستخدم في تحضير خليط توليد الدخان الأصفر يوجد في أماكن الصباغة للأقمشة . وتستخدم هذه المادة الكيميائية عادة كمادة وسيطة في تركيب الأصباغ، ومضادات الأكسدة، والمواد الصيدلانية والبنزين، في مثبطات اللثة والأدوية الدواجن، وكما المانع للتآكل.



أسماء	
اسماء اخرى 4-بالنتروأنيلين 1-الأمينية-4-نترات البنزين ف nitrophenylamine	
عقارات	
الصيغة الكيميائية	2 O 2 N 6 H 6 C
الكتلة المولية	138.12 جم / مول
مظهر	مسحوق أصفر أو البني
رائحة	خافت، مثل الأمونيا
كثافة	1.437 غرام / مل، صلبة
نقطة الانصهار	146-149 ° C (295-300 ° F، 419-422 K (مضاءة.)
نقطة الغليان	332 ° F ° (630 C، 605 K)
الذوبان في الماء	0.8 ملغ / مل في 18.5 ° C (IPCS)

المخاطر	
الرئيسية المخاطر	سام
تصنيف الاتحاد الأوروبي	تي N
R عبارات	R23 / 24/25 R33 R52 / 53
S عبارات	S28 S36 / 37 S45 S61
نقطة الوميض	199 ° F ° (390 C، 472 K)

هكسا كلورو إيثان Hexa Chloro ethane

رمزه: CCl_6

خواصه: بلورات صلبة شفافة ،

درجة انصهارها: 244 درجة مئوية ، وعند تسخينها تتسامى ، ويمكن تحضيرها بواسطة كَلْوَرَت (أي إدخال الكلور عليها) مادة رابع كلورو الإيثان Tetra Chloro ethane في وجود كلوريد الألومنيوم

الفسفور Phosphorous

رمزه: P_4 & P

خواصه: هو عنصر لا فلزي ، بلوراته لها عدة ألوان (أبيض ، أصفر ، أحمر) ، أما الأبيض فله شكل الشمع الأبيض الصلب ، وهو يشتعل تلقائياً في الهواء عند درجة حرارة 34 درجة مئوية ؛ لذلك يخزن تحت الماء ، ويجب عدم لمسه ، أما الفسفور الأحمر بلورات حمراء اللون يحفظ في الهواء دون خطورة ، درجة انصهاره 317 درجة مئوية ، ودؤجة غليانه 552 درجة مئوية

درجة انصهاره: 44.1 درجة مئوية ،

درجة غليانه: 280 درجة مئوية ،

كثافته: 1.82 جم/سم^3 ، تركيبه الذري 5 : 8 : 2 ، وزنه الذري 30.97 .

الاستخدام المدني: ويستخدم الفسفور عموماً في تحضير حمض الفسفوريك H_3PO_4 لتحضير الأسمدة ، ويستخدم أيضاً في تنقية المياه و مساحيق الغسيل ، ويستخدم في تحضير البكنج باودر ، والوجبات الجاهزة المعلبة ، وصناعة أعواد الثقاب للإشعال ، والمبيدات الحشرية ، و الزجاج والأواني الخزفية والسبائك

والمطهرات ومعالجة المعادن .

يوجد الفسفور في القشرة الأرضية على هيئة فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، ويؤخذ منه الفسفور بعد صهره في الرمال داخل أفران وباستعمال قوس كهربائي ، فيقطر ويتجمع تحت الماء ، ويوجد الفسفور على هيئة خام اسمه أباتاتيت Apatite ، وخام فلورو أباتايت Fluro Apatite

كبريتات النحاس Cupper Sulphate

رمزها : $CuSO_4$

خواصه: ويكون على شكل مسحوق بلورات زرقاء ، $CuSO5 . _4H_2O$ عندما يكون خماسي هيدرات في حين أنه يكون على شكل مسحوق ذي لون أبيض إلى رمادي عندما يكون بالشكل اللا مائي.
اسمها التجاري (نيله) ،

الاستخدام المدني:تستخدم في الأحبار السرية .

يستخدم بكثرة من أجل تحضير مركبات النحاس الأخرى. وفي المختبرات الكيميائية من أجل توضيح خلية غلفاني.

يستخدم أيضاً في مكافحة الآفات والتعقيم، كما يدخل في الصناعات النفطية ومعالجة الفلزات وفي التزجيج.

يستخدم الشكل الخالي من الماء من أجل الكشف على وجود الماء في المحلات العضوية، حيث يسهم التحول اللوني من اللون الأبيض إلى الأزرق نتيجة ارتباط كبريتات النحاس بالماء في الكشف عن ذلك.

كبريتات النحاس الثنائي	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
النحاس الثنائي كبريتات	
أسماء أخرى	
النحاس سلفات	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$CuSO_4$
الكتلة المولية	159.609غ/مول (لامائي) 249.68غ/مول (خماسي هيدرات)
المظهر	مسحوق أبيض (لا مائي) بلورات زرقاء (خماسي هيدرات)
الكثافة	3.603غ/سم^3 لا مائي) 2.284غ/سم^3 خماسي هيدرات)
نقطة الانصهار	110 °س (4)− H_2O 150 °س (5)− H_2O 650 °C >يتفكك
الذوبانية في الماء	31.6غ/100 مل ماء عند 0 °س
الذوبانية	غير منحل في الميثانول والإيثانول
المخاطر	
ترميز المخاطر	N Xn
توصيف المخاطر	R22-R36/38-R50/53
تحذيرات وقائية	S2-S22-S60-S61

سكر الايريثرتولErythritol

OH HO OH OH

رمزه: $C_4H_{10}O_4$

خواصه: (سكر كحولي (بوليول) بشكل بودرة بيضاء اللون تمت المصادقة على استخدامه كمادة مضافة إلى الغذاء في الولايات المتحدة، وفي معظم أنحاء العالم.

الخصائص	
صيغة كيميائية	$C_4H_{10}O_4$
كتلة مولية	122.12غ.مول$^{-1}$
الكثافة	1.45 g/cm³
نقطة الانصهار	121° س، 394 °ك، 250 °ف
نقطة الغليان	329-331 °س، 602-604 °ك، 624-628 °ف

الاستخدام المدني : ويتواجد في الطبيعة في بعض أنواع الفواكه والأطعمة المتخمرة. يتم إنتاج هذا السكر صناعياً عن طريق تخمير الكلوكوز مع خمرة مونيليلابولينس، حلاوته تعادل 60-70% من حلاوة سكر المائدة، ويوجد في الصيدلات ومحلات السوبرماركت في قسم مرضى السكري وهو متوفر بشكل واسع

بنتا ايريثريتولPentaerythritol

رمزه: $C_5H_{12}O_4$

خواصه: بنتاإيريثريتول مركب عضوي وهو مادة بلورية متعددة الأغوال بيضاء تتمحور على قسم نيوبيناتان neopentane وهو مركب له استعمالات واسعة كأساس لتركيب كثير من المركبات متعددة المجموعات الوظيفية كمركب PETN ومركب بنتاإيريثريتول تترا أكريلات

عديم الرائحة. غير ماص للرطوبة، غير طيار جزئيا وثابت في الهواء. وهو على ما يبدو غير سام ولا يخترق الجلد.

استخدامه: الأساسي في طلاءات الأسطح.ويستخدم في صناعة الدهانات والورنيش

الخصائص	
الصيغة الكيميائية	$C_5H_{12}O_4$
الكتلة المولية	136.15
المظهر	بودرة بيضاءصلبة
الكثافة	$1.396 g/cm^3$
نقطة الانصهار	260.5 °C
نقطة الغليان	276 °C at 30 mmHg
قابلية الذوبان في الماء	5.6 g/100 mL at 15 °C

اكسيد الحديد الثلاثي

خواصه : ويكون على شكل مسحوق بلوري بني محمر.وهو المكون الأساسي للصدأ.

الاستخدام المدني: يستخدم في تعدين الألومنيوم حيث يتفاعل الألومنيوم مع أكسيد الحديد ليتشكل الحديد الحر وأكسيد الألومنيوم في تفاعل ناشر للحرارة

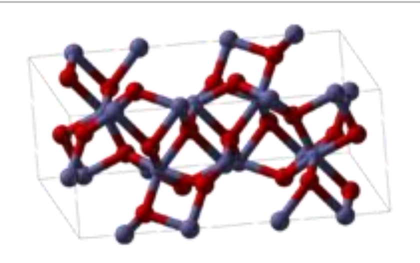
يستعمل كخضاب حيث يعطي اللون البني تحت الأسماء **Pigment Brown 6** و**Pigment Brown 7** و**Pigment Red 101**[1]..

يوجد في محلات الدهان او الاصبغة



أكسيد الحديد الثلاثي





الاسم النظامي(IUPAC)	
الحديد الثلاثي أكسيد	
أسماء أخرى	
صدأ أكسيد الحديديك هيماتيت	
الخصائص	
صيغة جزيئية	Fe_2O_3
الكتلة المولية	159.70غ/مول
الكثافة	5.24غ/سم^3
نقطة الانصهار	1566 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	غير منحل

أكسيد الحديد الثنائي

خواصه: مركب كيميائي له الصيغة FeO، ويكون على شكل مسحوق بلوري أسود. لا يوجد أكسيد الحديد الثنائي في الطبيعة، وبسبب عدم ثباتيته لا توجد عبوات تجارية منه.

ذو انحلالية ضعيفة في الأحماض الممددة، كما يتأكسد بسهولة بواسطة أكسجين الهواء الجوي.في الحالة النقية تكون له بنية بلورية مشابهة لبنية كلوريد الصوديوم

الاستخدام المدني:

أكسيد الحديد الثنائي



الاسم النظامي(IUPAC)

الحديد الثنائي أكسيد

أسماء أخرى

أكسيد الحديدوز
الحديدي أكسيد

الخصائص

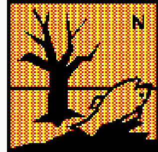
صيغة جزيئية	FeO
الكتلة المولية	71.85غ/مول
المظهر	مسحوق بلوري أسود
الكثافة	5.7غ/سم^3
نقطة الانصهار	1370 ° س
نقطة الغليان	3414 ° س
الذوبانية في الماء	غير منحل

أكسيد الزنك

خواصه: هو مركب لاعضوي ذو الصيغة الكيميائية ZnO. وهو على شكل مسحوق أبيض،

الذائبية: غير ذواب تقريبا في الماء.

الاستخدام المدني: يستخدم هذا المسحوق على نحو واسع كمادة مضافة إلى العديد من المواد المنتجات بما فيها اللدائن، والسيراميك، والزجاج، والأسمنت، والمطاط (إطارات السيارات)، ومواد التزليق، والطلاء، والمراهم، والمواد السادة، والخضب، والأغذية (كمصدر للتغذية بعنصر الزنك)، والبطاريات الكهربائية، ومؤخرات الحريق، إلخ. يتوفر أكسيد الزنك في القشرة الأرضية كفلز الزنكيت وهو أكسيد الزنك الأحمر، ولكن معظم أكسيد الزنك المستخدم تجاريا يصنع تركيبيا.

أكسيد الزنك	
	
أسماء أخرى	
أبيض الزنك قلامينا	
الخصائص	
صيغة جزيئية	ZnO
الكتلة المولية	81.408غ/مول
المظهر	صلب أبيض
الرائحة	بدون رائحة
الكثافة	5.606غ/سم^3
نقطة الانصهار	1975 °م (يتحلل)
نقطة الغليان	2360 °م
الذوبانية في الماء	0.00016 g/100مل (30 °م)
قرينة الانكسار (n_D)	2.0041
المخاطر	
ترميز المخاطر	خطر البيئة  على (N)
نقطة الوميض	1436 °C

اكسيد الكالسيوم

خواصه: أو **الجير الحي** مركب كيميائي له الصيغة CaO ، ويكون على شكل مسحوق أبيض عديم الشكل البلوري

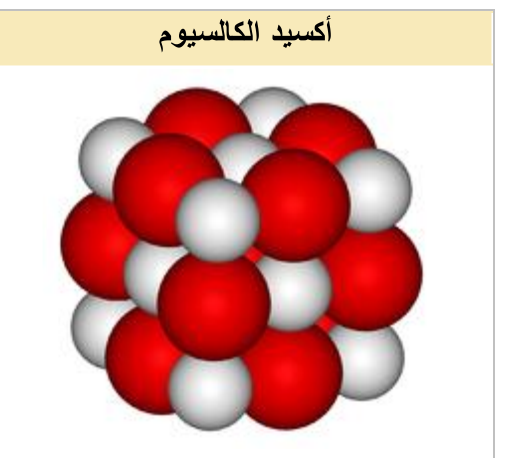
(غير متبلور) في الحالة العادية، لكن ببلورته من مصهوره نحصل على بلورات مكعبية الشكل لها نمط بلورات كلوريد الصوديوم

الذائبية: يتفاعل لدى تماسه مع الماء (تفاعل حلمهة) بشكل ناشر للحرارة مشكلاً هيدروكسيد الكالسيوم (الكلس المطفأ).

الاستخدام المدني: يستعمل في تحضير هيدروكسيد الكالسيوم المستخدم في مواد البناء.يستعمل كمادة قلوية في علم التعدين وفي صناعة الزجاج.نتيجة ارتفاع درجة انصهاره يستخدم أكسيد الكالسيوم لتبطين الأفران.

مصادر الكلس: يتكون من ماء الابار المترسب في جدران البرك والمسابح القديمة قليلا لأهمالها وعدم تنضيفها وتصفيتها

يوجد في محلات الكيماويات وهو متوفر بكثرة

أكسيد الكالسيوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الكالسيوم أكسيد	
أسماء أخرى	
الحي الكلس	
الخصائص	
صيغة جزيئية	CaO
الكتلة المولية	56.08غ/مول
المظهر	مسحوق أبيض
الكثافة	3.37غ/سم^3
نقطة الانصهار	2572 ° س
نقطة الغليان	2850 ° س
الذوبانية في الماء	يتفاعل
المخاطر	
ترميز المخاطر	C
توصيف المخاطر	**R34**

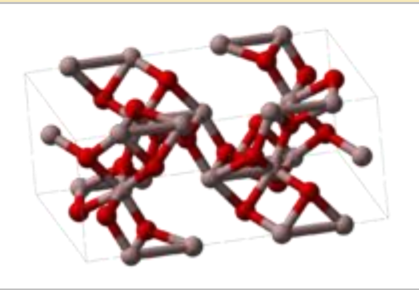
اكسيد الالمنيوم

خواصه: **أكسيد الألمنيوم** هو مركب كيميائي ، ويطلق عليه أيضاً اسم **ألومينا**، يوجد على شكل نمطين يختلفان عن بعضهما في البنية البلورية ، وبالتالي يختلفان أيضاً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية بالإضافة إلى التطبيقات، وهما النمط ألفا α والنمط غاما γ -- يكون α-أكسيد الألمنيوم على شكل بلورات بيضاء قاسية، لا تنحل لا في الحموض ولا الأسس، ولا تظهر أي شغف للرطوبة (استرطاب). يتواجد α-أكسيد الألمنيوم طبيعياً في فلز الكوروندوم، كما يستحصل بكميات كبيرة من فلز البوكسيت.

الاستخدام :نظراً لقساوة مركب α-أكسيد الألمنيوم (قساوة 9 على مقياس موس) فإنه يستخدم في معدات صقل وتلميع المعادن. كما يستخدم المركب في صنع الأجهزة المخبرية المعدة لتحمل درجات حرارة عالية مثل البواتق

--النمطγ مسحوق أبيض ناعم شغوف للرطوبة، ينحل في كل من الحموض والأسس. بالتسخين فوق 950°س يتحول γ-أكسيد الألمنيوم إلى النمط ألفا. يتميز γ-أكسيد الألمنيوم بأن لديه قابلية كبيرة للامتصاص،

الاستخدام: لذلك يستخدم في الكروماتوغرافيا، في عمليات التجفيف، وفي إزالة ألوان المحاليل.

أكسيد الألومنيوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الألومنيوم أكسيد	
أسماء أخرى	
ألومينا	
الخصائص	
صيغة جزيئية	Al_2O_3
الكتلة المولية	101.96غ/مول
الكثافة	4.05غ/سم^3
نقطة الانصهار	2054 °س
نقطة الغليان	2980 °س
الذوبانية في الماء	لا ينحل بالماء
المخاطر	
توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	S22

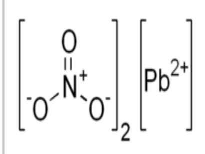
نترات الرصاص Lead Nitrate

خواصه: بلورات بيضاء اللون ، تكون شفافة عند النقاء ،

الذائبية: تذوب في الماء الساخن بسهولة أكثر من الماء البارد ،

الاستخدام المدني: تستخدم في طباعة أقمشة (الباقته) ، وتستخدم كذلك في تثبيت ألوان الأقمشة وفي صباغة معدن الكروم باللون الأصفر وفي تحضير أزيد الرصاص وفي تحضير الخلائط المتفجرة وفي تحضير حمض النيتريك .

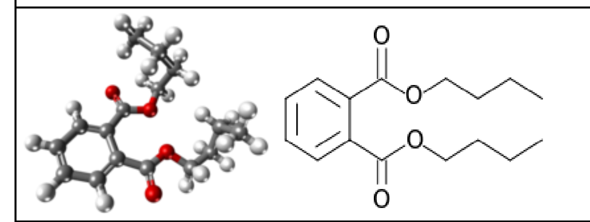
وجودها توجد في محلات بيع أدوات طباعة الأقمشة وصباغتها وكذلك في صباغة المعادن ،

نترات الرصاص الثنائي	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الرصاص الثنائي نترات	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$Pb(NO_3)_2$
الكتلة المولية	331.2 g/mol
المظهر	White odourless solid
الكثافة	4.53 g/cm³
نقطة الانصهار	Decomposes at 290–470 °C
الذوبانية في الماء	52 g/100 ml (20 °C)
الذوبانية في nitric acid in ethanol in methanol	insoluble 1 g/2500 ml 1 g/75 ml
المخاطر	
ترميز المخاطر	T N
توصيف المخاطر	R61, R20/22, R33, R62, R50/53
تحذيرات وقائية	S53, S45, S60, S61
نقطة الوميض	غير قابل للاشتعال

ملدن DBP الفاثالات ثنائية البوتيل

خواصه:

هي التي يشيع استخدامها الملدنات . كما أنها تستخدم كمادة مضافة إلى المواد اللاصقة أو أحبار الطباعة. وهو قابل للذوبان في مختلف المذيبات العضوية ، على سبيل المثال في الكحول ، الأثير و البنزين . يستخدم DBP أيضا باعتبارها الطفيليات الخارجية .

مادة الفثالات ثنائية البوتيل DBP	
	
أسماء	
اسم IUPAC مادة الفثالات ثنائية البوتيل	
اسماء اخرى دي ن بوتيل الفثالات، بوتيل الفثالات، ن بوتيل الفثالات، 2،1- Benzenedicarboxylic ثنائية البوتيل استر حمض، س، Benzenedicarboxylic حمض ثنائية البوتيل استر، DBP، Palatinol C، إيلاول، ثنائية البوتيل-2،1-البنزين- dicarboxylate	
عقارات	
الصيغة الجزيئية	$C_{16}H_{22}O_4$
الكتلة المولية	278.34 ز · مول $^{-1}$
مظهر خارجي	عديم اللون إلى سائل زيتي أصفر خافت
رائحة	عطري
كثافة	1.05 جم / سم ^{3} عند 20 ° C
نقطة الانصهار	-35 ° F ° -31) C، 238 K)
نقطة الغليان	340 ° F ° 644) C، 613 K)
الذوبان في الماء	13 ملغ / لتر (25 ° C)

المنغنيز

خواصه: المنغنيز هو عبارة عن معدن فضي-رمادي اللون ويشبه الحديد. وهو صلب ولكن هش. من الصعب دمجه مع معادن أخرى ولكن من السهل تأيينه. يعتبر معدن المنغنيز ومكوناته مكونات لا مغناطيسية

الاستخدام المدني : مركبات المنغنيز تستخدم كصبغات ومواد ملونة في صناعات الزجاج والصناعات الخزفية. اللون البنى للخزف في بعض الأحيان يعتمد على مركبات المنغنيز. في صناعة الزجاج، تستخدم مركبات المنغنيز لغرضين: منغنيزIII)) يتفاعل مع حديد (II) ليعطى لون أخضر قوى. وكميات أكبر من المنغنيز تستخدم لصناعة الزجاج باللون الوردى.

المظهر	
رمادي فلزي 	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	منغنيز، 25، Mn
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	7، 4، d
الكتلة الذرية	54.938045غ·مول$^{-1}$
توزيع إلكتروني	[Ar]; $4s^2$ $3d^5$
توزيع الإلكترونات لكل غلاف تكافؤ	2, 8, 13, 2 (صورة)
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	7.21غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	5.95غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	1519ك، 1246 °س، 2275 °ف
نقطة الغليان	2334ك، 2061 °س، 3742 °ف
حرارة الانصهار	12.91كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	221كيلوجول·مول$^{-1}$
السعة الحرارية	(25 °س) 26.32 جول·مول$^{-1}$·كلفن$^{-1}$

نترات الباريوم

خواصه :ويكون على شكل بلورات ثمانية الوجوه وعديمة اللون

بتسخين بلورات مركب نترات الباريوم حتى التوهج تحدث عملية تفكك للمركب إلى فوق أكسيد الباريوم، الأكسجين، والنيتروجين مع إصدار لهب ذي لون أخضر.

الاستخدام المدني:

يستخدم مركب نترات الباريوم في الألعاب النارية.كما يدخل مركب نترات الباريوم في صناعة الزجاج والسيراميك

نترات الباريوم	
$[O^{-}-N^{+}(=O)-O^{-}]_2\ [Ba^{2+}]$	
الاسم النظامي(IUPAC)	
باريوم نترات	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$Ba(NO_3)_2$
الكتلة المولية	261.34غ/مول
المظهر	بلورات عديمة اللون
الكثافة	3.24غ/سم^3
نقطة الانصهار	592 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	8غ/100 مل ماء عند 20 °س 25غ/100 مل ماء عند 100 °س
المخاطر	
ترميز المخاطر	O Xn
توصيف المخاطر	R20/22
تحذيرات وقائية	S2-S28

نتريت الصوديوم

خواصه: بلوراته لها لون أبيض إلى أبيض مصفر.
بلوراته لها لون أبيض إلى أبيض مصفر.

الاستخدام المدني:

يستخدم على نطاق واسع في صناعة الأصبغة حيث يستعمل في ديأزة الأمينات لتحضير الأصبغة الآزوية.

يستخدم كمادة حافظة ضد تفسخ اللحوم E250.

له العديد من التطبيقات الأخرى في مجالات قصر الألياف والتصوير الضوئي والطب.

نتريت الصوديوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
صوديوم نتريت	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$NaNO_2$
الكتلة المولية	69.00غ/مول
المظهر	بلورات بيضاء إلى صفراء
الكثافة	2.17غ/سم^3
نقطة الانصهار	271 ° س
نقطة الغليان	320 ° س> يتفكك
الذوبانية في الماء	82غ/100 مل ماء عند 20 °س
المخاطر	
ترميز المخاطر	
توصيف المخاطر	R8-R25-R50
تحذيرات وقائية	S1/2-S45-S61

هيدروكسيد الصوديوم الكلس المطفأاو الجير

خواصه: ويكون على شكل مسحوق أبيض ناعم. ويسمى الجير المطفي أو الجير المطفى

الاستخدام المدني :

يستعمل للتطويف في معالجة المياه.

يدخل من ضمن مكونات خلطة الملاط والجص.

يستعمل كمادة قلوية في الصناعة.

توجد في محلات المنظفات والصيدليات والمخازن الكيميائية

هيدروكسيد الكالسيوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الكالسيوم هيدروكسيد	
أسماء أخرى	
الكلس المطفأ الكالسيوم ماءات	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$Ca(OH)_2$
الكتلة المولية	74.093غ/مول
المظهر	مسحوق أبيض ناعم
الكثافة	2.211غ/سم^3
نقطة الانصهار	512 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	0.165غ/100 مل ماء
المخاطر	
ترميز المخاطر	Xi
توصيف المخاطر	R41
تحذيرات وقائية	S22-S24-S26-S39

النشاء

رمزه: $(C_6H_{10}O_5)_n$

خواصه: هي عبارة عن مسحوق ناعم جداً يتفتت بين الأصابع عند الضغط عليه، غير منحل عملياً في الماء البارد والكحول، ويكون عديم الرائحة وله طعم خفيف مميز وله أنواع عديدة هي: نشاء القمح، نشاء البطاطا، نشاء الذرة، نشاء الرز

الاستعمال المدني:

يستعمل النشاء صيدلانياً كـ مزلق، ممدد ومفتت للكبسولات والمضغوطات، وأخيراً كـ رابط في المضغوطات. كما قد يستخدم كغطاء واقي في تحضيرات المراهم المطبقة على الجلد.

الكيروسيين

خواصه: وهو سائل هيدروكربوني ،مشتق من النفط ،قابل للاشتعال وذو رائحة مميزة

وهو يدعي بزيت البرافين (وأحياناً زيت البرافين) في بريطانيا وجنوب أفريقيا.ولفظ الكيروسين شائع في معظم أرجاء الولايات المتحدة وكندا وأستراليا ونيوزيلندا حيث يطلق عليه باللغة العامية (kero). وهو معروف في مصر بالعديد من الأسماء منها "الغاز" و"الكيروسين" و"السولار".

الاستخدام المدني:

ويستخدم الكيروسين كوقود في المحركات النفاثة للطائرات وبعض أنواعه الأقل نقاوة تستخدم في أفران الخبز، ويطلق عليه محلياً (القاز)،ويستخدم أيضاً كوقود للتدفئة. يستعمل كوقود للمحركات النفاثة، والكيروسين يضاف إلى الديزل لمنعه من التحول إلى شمع في درجات الحرارة المنخفضة.

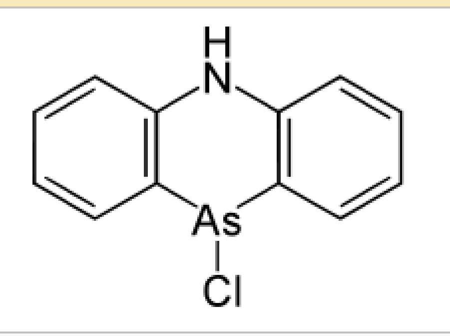
ويستعمل أيضاً في معالجة برك المياه الراكدة لمنع البعوض من التفقيس، ويمكن أن يستعمل في ازالة القمل من الشعر لكن هذه الممارسة مؤلمة وخطيرة جداً، فهذا يؤدي إلى تدمير الدهون الطبيعية في الشعر وفروة الرأس.و يستخدم أيضا كوقود للطائرات

ثنائي فينيل امين كلور الزرنيخ

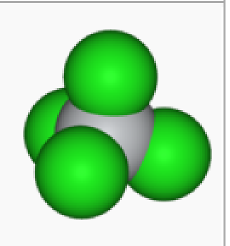
خواصه: أدامسيت وهو الاسم الشائع لمركب **ثنائي فينيل أمين كلور الزرنيخ**، وهو مركب عضوي فلزي للزرنيخ له الصيغة $(C_6H_4)_2NH-AsCl$، ويكون على شكل بلورات صفراء إلى خضراء حسب درجة النقاوة. يصنف الأدامسيت ضمن الأسلحة الكيميائية وذلك بسبب كونه مسبباً للإقياء ومسيلاً للدموع. تمتاز بلورات الأدامسيت بأنها عديمة الرائحة وأنها ذات ضغط بخار منخفض، وهي لا تنحل بالماء، لكنها تنحل في المحلات العضوية مثل الأسيتون وثنائي كلورو الميثان. أما أبخرة الأدامسيت فلها لون أصفر الكناري.

عندما يكون الأدامسيت معلقا ضمن سائل أو غاز فإنه يسبب تهيجاً في الجهاز التنفسي قد يدوم لعدة ساعات يهيج الأدامسيت الأغشية المخاطية والعينين، كما يسبب الصداع والغثيان ويؤدي إلى الإقياء.

الاستخدام : كان يستخدم سابقاً كمسيل للدموع ومفرق للجموع، إلا أن استخدامه أصبح محظوراً لسميته، فاستبدل بغازات مسيلة للدموع أقل ضرراً مثل 2-كلوروبنزال ثنائي نتريل حمض المالونيك المعروف تحت اسم غاز CS.

أدامسيت	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
بنزو-1-كلورو-1،4-أرسينين ثنائي	
أسماء أخرى	
الزرنيخ ثنائي فينيل أمين كلور كلوريد فينارسازين	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$C_{12}H_9AsClN$
الكتلة المولية	277.58غ/مول
المظهر	بلورات صفراء إلى خضراء
نقطة الانصهار	195 °س
نقطة الغليان	410 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	غير منحل
المخاطر	
ترميز المخاطر	 T N
توصيف المخاطر	R23/25-R50/53
تحذيرات وقائية	S1/2-S20/21-S28-S45-S60-S61

رابع كلوريد التيتانيوم

رابع كلوريد التيتانيوم	
	
أسماء	
رابع كلوريد التيتانيوم	
عقارات	
الصيغة الكيميائية	$TiCl_4$
الكتلة المولية	189.679 ز / مول
مظهر خارجي	السائل عديم اللون
رائحة	اختراق رائحة حمض
كثافة	1.726 جم / سم ^{3}
نقطة الانصهار	-24.1 درجة مئوية
نقطة الغليان	136.4 درجة مئوية
الذوبان في الماء	يتفاعل
الذوبانية	قابل للذوبان في الإيثانول ، الهيدروكلوريك
المخاطر	
تصنيف الاتحاد الأوروبي	C
R عبارات	R34 ، R14
S عبارات	(2 / S1) ، S7 / 8 ، S26 ، S30 ، S36 / 39/37 ، S45

رابع كلوريد السيلكون

الصيغة البنائية	
Cl–Si(Cl)(Cl)Cl	
جنرال لواء	
اسم	رابع كلوريد السيليكون
اسماء اخرى	Tetrachlorsilan
الصيغة الجزيئية	$SICL_4$
وصف قصير	لاذع، سائل عديم اللون [1]
ميزات	
الكتلة المولية	169.90 ز · مول $^{-1}$
الحالة الفيزيائية	سائل
كثافة	1.48 ز · سم $^{-3}$ [1]
نقطة الانصهار	-70 ° C [1]
نقطة الغليان	57 ° C [1]
ضغط البخار	253 ح با (20 ° C) [1]
الذوبانية	يتفاعل بعنف مع الماء [1]
معامل الانكسار	1.41156 (25 ° C) [2]
احتياطات السلامة	
تحذيرات وقائية من المواد الخطرة	R: 14 - 38/37/36 S: (2) - 8.7 - 26

حلقي الهكسان

خواصه: حلقي الهكسان (سيكلوهكسان) هو مركب عضوي له الصيغة الكيميائية 12H6C. يتكون حلقي الهكسان من 6 ذرات كربون مرتبطين معا في شكل حلقي، وترتبط كل ذرة كربون بذرتي هيدروجين

الاستخدام المدني :

يستخدم الهكسان الحلقي لإنتاج النايلون.

يستخدم الهكسان الحلقي كمذيب.

الهكسان الحلقي المستخرج من البترول يعتبر من المواد الأولية المهمة في إنتاج الكيمياويات العضوية



حلقي الهكسان	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الهكسان حلقي	
أسماء أخرى	
البنزين سداسي هيدرو	
الخصائص	
صيغة جزيئية	C_6H_{12}
الكتلة المولية	84.16غ/مول
المظهر	سائل عديم اللون له رائحة مميزة
الكثافة	0.78غ/سم^3
نقطة الانصهار	6.5 ° س
نقطة الغليان	81 ° س
الذوبانية في الماء	لا يمتزج مع الماء
الذوبانية	الكحول والإيثر
المخاطر	
ترميز المخاطر	F Xn N
توصيف المخاطر	R11-R38-R65- R67-R50/53
تحذيرات وقائية	S2-S9-S16-S25- S33-S51-S60-S61-S62

الرصاص

خواصه: يعد أحد الفلزات الثقيلة السامة.

يتواجد الرصاص بالطبيعة كمركب كبريتيد الرصاص PbS، يعد الرصاص من أقدم الفلزات المكتشفة والمستخدمة عبر التاريخ وذلك نظرا لكونه مطاوعا سهل السبك ودرجة انصهاره المنخفضة. يسمى الرصاص في اللغة العربية أيضاً باسم الصَرَفان.[1] وأما الآنك هو: الأُسْرُبُّ. وهو: الرصاص القلعيُّ، أو القزدير، أو الرصاص الأبيض، وقيل: الأسود، وقيل هو: الخالص منه.

الاستخدام المدني:

نظرا لكون الرصاص من العناصر الثقيلة غير المشعة فيستخدم لكبح الإشعاعات النووية وامتصاصها. وتستخدم صفائح الرصاص السميكة كعازل للإشعاعات.

تدخل الواحه في صناعة بطاريات السيارات.

تدخل عناصر الرصاص في صناعة الكثير من الأصباغ والألوان والدهانات.

يدخل في صناعة المعالجات الحاسوبيةهذا عن عنصر الرصاص

كان الرصاص أحد العناصر الأساسية في خليط المعادن المستخدم في تنضيد المعادن الساخن ، وكان يستخدم أيضا في السباكة وكذلك كأداة تقديم طعام وشراب لدى الرومان القدماء ، حتى العام 1970 كان الرصاص يخلط مع الحديد المستخدم في أنابيب المياه ذات القطر الصغير

المظهر	
رمادي فلزّي	
الخصائص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	رصاص، 82، Pb
تصنيف العنصر	فلز بعد انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	14، 6، p
الكتلة الذرية	207.2 غ·مول$^{-1}$
الخصائص الفيزيائية	
الطور	صلب
الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)	11.34 غ·سم$^{-3}$
كثافة السائل عند نقطة الانصهار	10.66 غ·سم$^{-3}$
نقطة الانصهار	600.61ك، 327.46 ° س، 621.43 ° ف
نقطة الغليان	2022ك، 1749 ° س، 3180 ° ف
حرارة الانصهار	4.77 كيلوجول·مول$^{-1}$
حرارة التبخر	179.5 كيلوجول·مول$^{-1}$

برمنغنات البوتاسيوم

خواصه: فوق منغنات البوتاسيوم (أو برمنغنات البوتاسيوم) هو مركب كيميائي صيغته الكيميائية 4KMnO وفي هذا الملح يكون المنغنيز في حالة الأكسدة +7، وهي أعلى حالة أكسدة لذلك العنصر، من هنا أتت السابقة "فوق (per)"، وهو يسمى أيضا برمنغنات ملح القلي. ويكون على شكل بلورات بنفسجية محمرة، لها بريق معدني.

يعتبر أيون البرمنغنات عامل مؤكسد قوي وهو له القدرة على الذوبان في الماء ليعطى محلول ذو لون قرمزي غامق، وتبخيره يعطى بلورات قرمزية-سوداء موشوريةبلورات برمنغنات البوتاسيوم لها بنية بلورية من النمط المعيني القائم، وتكون ثوابت الشبكة البلورية كالتالي: a = 910.5 pm و b = 572.0 pm و c = 742.5 pm ، في حين أن طول الرابطة Mn-O تبلغ 162.9 بيكومتر.

ينحل فوق منغنات البوتاسيوم بشكل جيد في الماء، وتكون محاليله ذات لون قرمزي غامق. يستخدم حمض الأكساليك من أجل تقييس تلك المحاليل وذلك في الكيمياء التحليلية.

عند تسخين بلورات فوق منغنات البوتاسيوم إلى درجات حرارة تصل إلى 240°س يتفكك المركب إلى كل من منغنات البوتاسيوموأكسيد المنغنيز الرباعي(ثنائي أكسيد المنغنيز) وأكسيد البوتاسيوم، ويطلق غاز الأكسجين

الاستخدام المدني: استخدم مركب فوق برمنغنات البوتاسيوم في السابق من أجل معالجة مياه الشرب مياه المسابح والخزانات. كما يمكن أن تستخدم محاليله المائية من أجل معالجة حالات متوسطة من مرض الفاقوع pompholyx، والتهاب الجلد Dermatitis (طفح). وفي حالات إصابة الأطراف بالفطريات.

استعملت محاليل البرمنغنات فيما مضى من أجل علاج مرض السيلان، ويستعمل للآن من أجل علاج مرض داء المبيضات

فوق منغنات البوتاسيوم	
	
الاسم النظامي(IUPAC)	
البوتاسيوم برمنغنات	
الخصائص	
صيغة جزيئية	$KMnO_4$
الكتلة المولية	158.04غ/مول
المظهر	بلورات إبرية قرمزية
الكثافة	2.70غ/سم^3
نقطة الانصهار	270 °س يتفكك
الذوبانية في الماء	6.38غ/100 مل ماء
المخاطر	
ترميز المخاطر	 O Xn N
توصيف المخاطر	R8-R22-R50/53
تحذيرات وقائية	S60-S61

كبريتيد الفضة

خواصه: ويكون على شكل بلورات سوداءمخبرياً يحضر من تمرير غاز كبريتيد الهيدروجين على محلول ملح من أملاح الفضة فيترسب راسب أسود

الاستخدام المدني: يستخدم كبريتيد الفضة بشكل تقني في كلون في صناعة السيراميك

كبريتيد الفضة	
الاسم النظامي(IUPAC)	
الفضة كبريتيد	
أسماء أخرى	
الفضة كبريت	
الخصائص	
صيغة جزيئية	Ag_2S
الكتلة المولية	247.8غ/مول
المظهر	بلورات سوداء
الكثافة	7,23غ/سم^3
نقطة الانصهار	825 °س
الذوبانية في الماء	غير منحل
المخاطر	
توصيف المخاطر	لا يوجد
تحذيرات وقائية	S24/25

نصائح عسكرية

أولاً / قواعد التعامل مع المتفجرات :

1) الخطأ الأول هو الخطأ الأخير في المتفجرات .
2) المتفجرات لا تحترم الأشخاص أو الرتب .
3) التعامل معها بحذر دون خوف ، وبثقة دون غرور .
4) يمنع العلم بمعلومات ناقصة أو إعطاؤها للغير .
5) يجب التعامل معها برفق وحساسية .
6) يجب التعامل معها في كل مرة كالتعامل معها لأول مرة .
7) الاقتصار على أقل عدد ممكن من الأفراد حين التعامل معها .
8) عدم تعريضها للحرارة أو الرطوبة أو الطرق أو الضغط .
9) لا تتعامل مع أي جسم أو مادة ليست معروفة لك مسبقاً .
10) الاحتياط في التعامل معها لأنها سامة .
11) يمنع إشعال اللهب أو النار أثناء التعامل معها .
12) لاتحرق أغلفة أصابع الديناميت أو تعرضها للطرق الشديد لأنها مشبعة بالنيتروجلسرين .
13) يجب الحذر الشديد والانتباه الزائد للمواد الحساسة .
14) يمنع التعامل معها أثناء الشرود الذهني أو التعب الجسدي .

ثانياً / قواعد عامة للتعامل مع الصواعق :

1) يمنع حمل الصواعق في أماكن الارتكاز في الجسم .
2) لا تمسك الصاعق من ثلثه الأخير .
3) يمنع منعاً باتاً تخزين الصواعق مع المواد القاصمة .
4) الانتباه من الصواعق التي ظهر على غلافها حبيبات بيضاء أو خضراء اللون ، فإنها إما حساسة أو تالفة .
5) الانتباه من الصواعق التي تعرضت لضربات أو ظهر عليها الاهتراء .
6) يجب عد تعريض الصواعق للطرق أو الحرارة أو الرطوبة .
7) لا تشد أسلاك الصاعق الكهربائي أو تسحبها .
8) يجب عزل أطراف الصاعق باللاصق عن بعضها وعن البطاريات .
9) لا تدخل مسمار أو أي جسم داخل فتحة الصاعق .
10) احذر من الضغط على الصاعق بالأسنان أو السكين أو غيرها .

ثالثاً / قواعد الأمان في نقل الصواعق والمتفجرات :

1) يمنع نقل الصواعق والمتفجرات أو تخزينها معاً .
2) يجب فصل الصواعق عن البطاريات أو أي مصدر للطاقة خلال عملية النقل .

قم بتثبيت المواد المنقولة جيداً في أماكنها لتفادي الارتجاج أو الحركة أثناء نقلها .

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على قائد المجاهدين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه الطاهرين والتابعين ومن سار على دربه واقتفى أثره إلى يوم الدين، إخواني بالله على بركة الله أبدأ معكم هذه الدورة في هندسة المتفجرات آملا من الله عز وجل أن يصبح كل مسلم عثرة في وجه البغاة المفسدين في الأرض.

اعتمدت جميع الثورات المسلحة في انطلاقتها وبداية نشاطها المسلح على استخدام المتفجرات – بما فيها الثورة الفلسطينية – وذلك لندرة الأسلحة من ناحية، ولحجم التدمير الأكبر الذي تحدثه المتفجرات، من ناحية أخرى ولتوضيح حجم التأثير الهائل الذي تحدثه المتفجرات يكفي أن نعرف أن ١٠ جم من مادة متفجرة قوية قد تكفي لتدمير طائرة كبيرة وهي في الجو، إذا وضعت في مكان حساس مثل كابينة القيادة في الطائرة. إن المتفجرات سلاح مفضل للتدمير في كافة الحروب، وذلك لفاعليتها العالية في تدمير المعدات والتحصينات وغيرها، لذلك اهتمت الدول بسلاح هندسة المتفجرات لإمكانياتها العالية القوية واختير لها رجال ذوي مواصفات خاصة حيث يهتم المهندسون المختصون بالمتفجرات من حيث الإعداد والتخزين والدراسة الكاملة لطبيعة هذه المواد. ونحن في سعينا إلي تطوير هذه المعرفة نقدم هذه المعلومات ذات الأهمية الحيوية لإخواننا المجاهدين الذين يقاومون الاحتلال ويسعون لإعداد أنفسهم لمقاومة الوجود الصهيوني.

تعتبر المتفجرات من أكثر المواد المستخدمة في الآلة الحربية وأنجعها، بل لا يكاد يكون هناك سلاح دفاعي أو هجومي يخلو من استخدام المتفجرات. فنجدها في القنابل والألغام والقذائف والصواريخ وفي آليات عمل الأسلحة... إلخ، لذلك يعتبر سلاح هندسة المتفجرات من أهم الأسلحة ذات التأثير البالغ على مختلف مراحل المعركة وتحت كل الظروف... إذ أن مهمة سلاح هندسة المتفجرات تبدأ من اللحظة التي يبدأ فيها التخطيط للعملية، وتستمر في مرحلة التحضير وأثناء سير القتال وبعد تمام المعركة في تأمين الانسحاب وإزالة آثار الحرب... وتختلف طبيعة عمل المهندسين العسكريين من معركة إلى أخرى حسب ظروف القتال وطبيعة مسرح العمليات وأعمالهم في المعركة الهجومية غيرها في المعركة الدفاعية أو في عمليات الإنسحاب. كما أن مسرح العمليات ذا الطبيعة الصحراوية يختلف عن المسرح الجبلي أو المناطق الزراعية أو المدن، وتستخدم المتفجرات في المجالين المدني والعسكري. وكثيرا ما يتردد على مسامعنا متفجرات، انفجار... ولكن ما حقيقة ومعنى هذه الألفاظ وكيفية التعامل معها بشكل آمن وفعال، هذا ما سنتناوله في بحثنا إن شاء الله... وسنبدأ بلمحة تاريخية عن المتفجرات.

لمحة تاريخية

لا يُعلم بالدقة من اخترع البارود الأسود Black Powder or Gun Powder، إذ أن تاريخه موغل في القدم، وهو أقدم المتفجرات المعروفة اليوم، والظاهر أن العلماء مختلفون فيه وفي زمن اختراعه، مع ذلك إن أغلب المؤرخين والباحثين في هذا المجال يشيرون إلى أن اختراع البارود قد تمّ في الصين، وبالتحديد في القرن التاسع للميلاد، وهو يتكون من (نترات البوتاسيوم) Potassium Nitrate ممزوجاً بالكبريت Sulfur والفحم الخشبي، وكانوا يستخدموه في الألعاب النارية فقط.

إن العرب المسلمين هم من استخدموا البارود لأول مرة كسلاح حربي عبر المنجنيقات، منذ القرن العاشر للميلاد، ثم اخترعوا له أنابيب للإطلاق، وهذه الأنابيب التي أطلقوا عليها بداية "صناديق المخاسفة" أو (رعودا) يتم إطلاقها بوساطة منجنيقات ذات مواصفات خاصة يصح اعتبارها أم المدافع المستخدمة حالياً، ولكن العرب المسلمين لم يُسموا، في البداية، هذه المادة باسم" البارود"، وإنما سمّوها باسم "الحجر الناري" أو "زيت الحجر" أو "النفط". وخلال مرحلة الحروب الصليبية طوّر العرب المسلمون تحت ضغط الحاجة الحربية كل الأسلحة التي يمكنها قذف النفط والكرات النارية، فوصلوا إلى آلات معقدة تشبه المدافع. ويظهر هذا جلياً من شهادة ذات مصداقية كاملة أتت من مؤرخ فرنسي عاش معركة المنصورة (١٢٤٩/١٢٥٠م) إلى جانب ملك فرنسا لويس التاسع، وهو الفارس "جوانفيل"، يقول في وصف سلاح جديد استخدمه العرب المسلمون في هذه المعركة: "وفي ذات ليلة بينما كنا نحرس الأبراج، حدث أن العرب المسلمين أحضروا آلة لم يستعملوها من قبل، ثم قذفونا منها بشيء ملأ قلوبنا بالدهشة والرعب... نار مستقيمة كأنها أسطوانة كبيرة، ذيولها من خلفها مثل الحراب الطويلة، ودويها يشبه الرعد وكأنها جارح يشق الهواء. ولها نور ساطع جداً من جراء عظم انتشار اللهب الذي يحدث الضوء، حتى أنك ترى كل ما في المعسكر كما لو كان في وضح النهار وقد رمى العرب علينا هذه النار في تلك الليلة عدة مرات" ومع أن هذا النص لا يذكر كلمة بارود صراحة إلا أن الكلام يدل بوضوح على أن الأمر يتعلق بالبارود أو بمادة أشد قوة منه، سواء من حيث الاشتعال أو من حيث قوة الدفع. وذكر ابن خلدون أن أول من استخدم البارود في الحرب هم العرب، وكان أول استخدام للمدفع في حصار سرقسطة عام ٥١١هـ/١١١٨م، ثم في عام ٦٧٢هـ/١٢٧٣م استخدمه حاكم عربي هو السلطان المريني أبي يوسف، في حصاره لمدينة سجلماسة في المغرب. كذلك

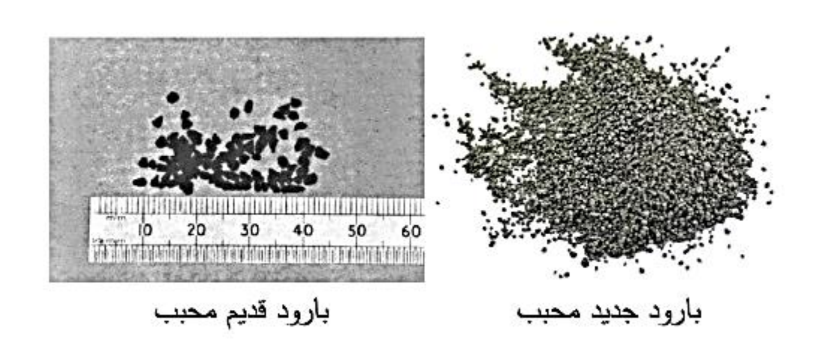
٦٧٢هـ/١٢٧٣م استخدمه حاكم عربي هو السلطان المريني أبي يوسف، في حصاره لمدينة سجلماسة في المغرب. كذلك
أول من استخدم البنادق والمسدسات والقنابل اليدوية هم العرب حيث استعملوها في الدفاع عن غرناطة في القرن الرابع عشر، ولما سقطت الأندلس بيد الأسبان أخذوا البندقية العربية التي كانت تدعى "القربينة" منهم واستعملوها في القضاء على الهنود الحمر.



قصر الجعفرية في مدينة سرقسطة في الأندلس (أسبانيا) الذي بناه المقتدر

أستخدم العثمانيون المدافع في حصار القسطنطينية 857 هـ/١٤٥٣م، وكانت أحجام مدافعهم كبيرة حيث يصل طول الماسورة إلى ٨ أمتار وقطر الفوهة ٧٥ ملم. البارود الأسود لم يعرف في أوروبا إلا في القرن الثالث عشر علي يد راهب إنجليزي يسمي روجر باكون Roger Bacon في سنة ١٢٤٩ ميلادي، هذا الراهب استعمل مادة نترات البوتاسيوم وكتب عن بعض صفاتها وجاء بعد ذلك راهب ألماني في سنة ١٣١٤ يسمي برتولد شوارتز Berthold Schwartz درس كتابات الراهب الإنكليزي روجر ثم بدأ في تصنيع البارود الأسود ووضعه في الهاون المعدني وغطي الهاون بحجر وعندما أدخل شرارة في الهاون انطلق الغطاء الثقيل مقذوفاً بعنف، ومن هنا كان استخدام البارود أول مرة كمادة دافعة في أوروبا، لذلك سمي الراهب الألماني برتولد شوارتز هو مخترع المدافع، واستخدمت المدافع التي كانت تملأ بالبارود الأسود لأول مرة في معارك كريسيا "Cresya" عام ١٣٤٦.

ازدادت قوة البارود عندما تحسنت عملية خلط المواد بشكل كبير وذلك في سنة ١٤٢٥م عندما جرت عملية تحبيب البارود علي شكل حبيبات، هذه الحبيبات استخدمت في الأسلحة الصغيرة خلال القرن الخامس عشر وفي الأسلحة الكبيرة في القرن السادس عشر.



بارود جديد محبب   بارود قديم محبب

أول استخدام للبارود الأسود في استخدامات هندسة المتفجرات المدنية كان خلال القرن السابع عشر في سنة ١٦٢٧ في شمال أوروبا واستخدم البارود في الكشف عن المواد الخام في المناجم في هنغاريا على يد كاسبر وندر " Kasper Weinder".

وفي أواخر القرن الثامن عشر بدأت الأعمال الناجحة لاستبدال البارود الأسود بمواد متفجرة جديدة، حيث اكتشف الفرنسي الكيميائي بيرثوليت "Bertholet" عام ١٧٨٦ حامض الكلوريك Chloric Acid ($HClO_3$) وأملاحه لأنه هو مصدر هذه الأملاح مثل ملح كلورات البوتاسيوم، عرفت كمادة متفجرة جديدة واستخدمت كبديل لنترات البوتاسيوم في البارود الأسود وحصل على خليط متفجر جديد وقوي، كذلك اكتشف الزئبق المتفجر (فلمينات الزئبق) عام ١٧٨٨ والذي ينفجر بقوة كبيرة تحت تأثير أقل صدمة أو إشعال، وقد تخطى بذلك البارود الأسود بكثير، بنفس الوقت عام ١٧٨٨ اكتشف بيرثوليت الفضة المتفجرة (فلمينات الفضة) وتعتبر لحد الآن من أكثر المواد المتفجرة حساسية للتأثير الميكانيكي.

وشهدت السنوات الأولى من القرن التاسع عشر أبحاثاً قيمة، ففي فرنسا تعرف كلود لويس الذي رافق نابليون في حملته على مصر إلى استخراج ملح البارود في منطقة البحيرات المرة وقام بأبحاث حول إمكانية استبدال ملح البارود بكلورات البوتاسيوم، وفي مدينة بال السويسرية قام الكيميائي الألماني كريستان فريدريش عام ١٨٤٥م بتحضير **(قطن البندقية Guncotton) النيتروسليلوز Nitrocellulose**

ولكن لم يدخل قطن البارود حيز الاستعمال سوى عام ١٨٦٧م بعد أن أزيلت العقبات والأخطار التي كانت تعترض تصنيعه وتخزينه، أنشيء أول معمل لتحضير النيتروسليلوز في انكلترا أواسط عام ١٨٤٧ وتم تدميره بالكامل مع تركيباته وأجهزته نتيجة انفجار النيتروسليلوز، لقد كان ذلك برهاناً جيداً على القوة الانفجارية الممتازة للمادة المحضرة.



نيتروسليلوز غير معالج نيتروسليلوز معالج

كذلك في النمسا عمل أيضاً على إنتاج "القطن المتفجر" حيث تم صناعته بمقاييس صناعية جديدة، لكن تم انفجار المعمل مرة أخرى، عام ١٨٦٥م اكتشف البريطاني الكيميائي فريدريك آبل (Frederick Abel) أسباب حصول الانفجار في النيتروسليلوز، وكان السبب الرئيسي لعدم ثبوتية النيتروسليلوز هو عدم كفاية غسل المنتج النهائي وحدوث ظاهرة التفكك الذاتي للنيتروسليلوز لاحقاً في المخازن. في عام ١٨٤٦ اكتشف العالم الإيطالي أسكانيو سوبريرو Ascanio Sobrero **النيتروجليسرين Nitroglycerine** السائل لكن هذا العالم لم يكمل أبحاثه، فجاء بعده جنرال روسي واستخدم النيتروجليسرين في تعبئة العبوات ولكن واجه مشاكل كثيرة منها سيولة المادة كذلك حساسيتها، ثم جاء بعد ذلك مخترع سويدي يسمي إيمانويل نوبل وطور صناعة النيتروجليسيرين هو وابنه المهندس الكيميائي **ألفريد نوبل Alfred Noble**، في سبتمبر عام ١٨٦٤، أثناء تحضير النيتروجليسيرين وقع انفجار كبير في مصنعهم في استكهولم، مما أدى إلى مقتل خمسة أشخاص بينهم شقيق الفريد الأصغر إميل Emil، أيضاً في عام ١٨٦٤ اخترع ألفريد الصاعق المعدني واستخدم فيه فلمنات الزئبق Mercuric Fulminate كبادئ للانفجار بدلاً من البارود الأسود.



ألفريد نوبل Alfred Noble **ديناميت Dynamite**

في سنة ١٨٦٦ وجد ألفريد إعاقة في نقل النيتروجليسرين من حيث الحساسية ففكر بخلط النيتروجليسرين مع مادة تخفف حساسيتها وفعلا توصل ألفريد إلي خلط النيتروجليسرين بطين رطب يسمى كيسلار " Infusorial Earth Or 'Kieselguhr' بنسب ٧٥% نيتروجليسرين و٢٥% تراب وسمي هذا الخليط بديناميت غور 'Gur Dynamite'"، ثم بعد ذلك خلطه بقطن البارود وسمي الخليط عندئذ بالديناميت Dynamite وكان ذلك في سنة ١٨٦٧، هذا الإنجاز شكل ثورة في مجال إنتاج المتفجرات واستخراج الفحم والخامات بسرعة وبصورة اقتصادية وكذلك ساهم في إنشاء الطرق وشبكات

وشهد الثلث الأخير من القرن التاسع عشر اكتشافات جديدة ففي عام ١٨٧٣ نجح الألماني الكيميائي هيرمان سبرينغل Hermann Sprengel في تفجير حمض البكريك أو ثالث نيتروفينول Picric Acid or Tri Nitro Phenol (TNP) مع العلم كان حمض البكريك يستخدم من قبل كمادة ملونة صفراء لصبغ الصوف والحرير، ولم يستخدم حمض البكريك في الاستخدامات العسكرية إلا عام ١٨٩٤م على يد روسيا، وفي عام ١٨٦٣م تم تصنيع ثالث نيتروتولوين Tri Nitro Toluene والمعروف باختصار ت.ن.ت (TNT) على يد الألماني الكيميائي جوزف ويلبراند Joseph Wilbrand ولكن كان يستخدم كصبغة فقط، ثم اقترح العالم هوسرمان عام ١٨٩١ تفجير TNT، لكن لم تستخدم كمادة متفجرة إلا عام ١٩٠٢م، وكانت روسيا وألمانيا أول من استخدمها.

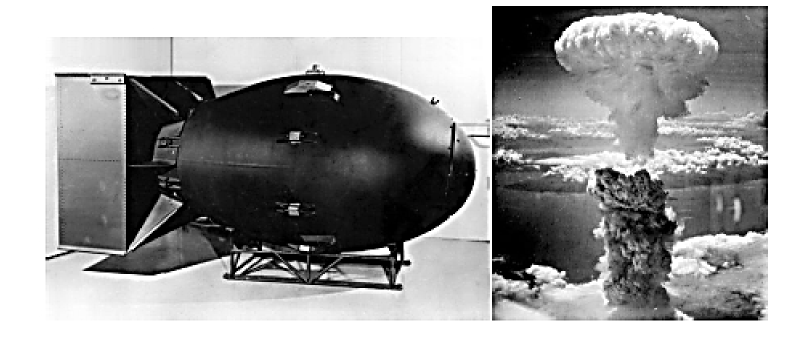


متفجرات TNT على هيئة قوالب



متفجرات بودرة حمض البكريك Picric Acid

في القرن العشرين تم اكتشاف العشرات إن لم يكن المئات من المواد المتفجرة والخلائط المتفجرة ولكن أقصى ما يميز القرن العشرين هو تصنيع القنبلة النووية والتي ظهرت لأول مرة عام ١٩٤٥ حيث تفوق قدرتها التفجيرية قدرة المتفجرات الكيميائية التقليدية بحوالي ألف مليون مرة، وشهدت تطوراً كبيراً خلال العقود الأربعة المنصرمة وكان آخر نوع منها قنبلة النيترونية أو الهيدروجينية، السلاح النووي هو سلاح تدمير فتاك يستخدم عمليات التفاعل النووي، يعتمد في
قوته التدميرية على عملية **الانشطار النووي** أو **الاندماج النووي**؛ ونتيجة لهذه العملية تكون قوة انفجار قنبلة نووية صغيرة أكبر بكثير من قوة انفجار أضخم القنابل التقليدية حيث أن بإمكان قنبلة نووية واحدة تدمير أو إلحاق أضرار فادحة بمدينة بكاملها، لذا تعتبر الأسلحة النووية أسلحة دمار شامل ويخضع تصنيعها واستعمالها إلى ضوابط دولية حرجة ويمثل السعي نحو امتلاكها هدفاً تسعى إليه كل الدول، فُجرت أول قنبلة نووية للاختبار في 16 يوليو 1945 في منطقة تدعى Alamogordo الواقعة في ولاية نيومكسيكو في الولايات المتحدة وسميت القنبلة باسم **(القنبلة – أ A-bomb)** وكان هذا الاختبار بمثابة ثورة في عالم المواد المتفجرة والأسلحة المدمرة، أُستُعمِلَت القنبلة الذرية مرتين في تاريخ الحروب؛ وكانتا كلتاهما أثناء الحرب العالمية الثانية عندما قامت الولايات المتحدة بإسقاط قنبلة ذرية على مدينتي هيروشيما وناجازاكي في اليابان في أواخر أيام الحرب، أوقعت الهجمة النووية على اليابان أكثر من ١٢٠ ألف شخص معظمهم من المدنيين وذلك في نفس اللحظة، كما أدت إلى مقتل ما يزيد عن ضعفي هذا الرقم في السنوات اللاحقة نتيجة التسمم الإشعاعي، بعد الضربة **النووية** على هيروشيما وناجازاكي وحتى وقتنا الحاضر؛ وقع ما يقارب ٢٠٠٠ انفجاراً نووياً كانت بمجملها إنفجارات تجريبية واختبارات قامت بها الدول السبع التي أعلنت عن امتلاكها لأسلحة نووية وهي الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي (روسيا حالياً) وفرنسا والمملكة المتحدة (بريطانيا) والصين وباكستان والهند، وهنالك عدد من الدول التي قد تمتلك أسلحة نووية ولكنها لم تعلن عنها مثل العدو الصهيوني وكوريا الشمالية.

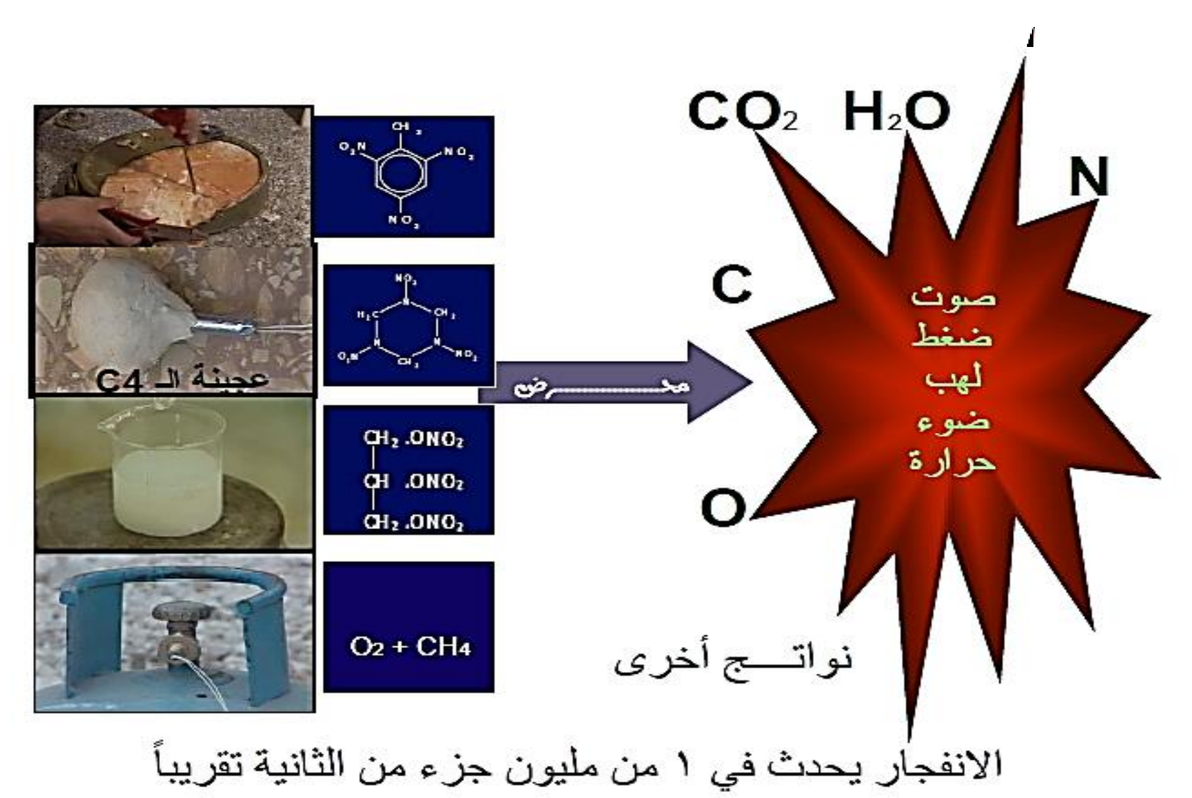


السحابة الناتجة من إسقاط قنبلة نووية على ناجازاكي في اليابان 1945 وكان ارتفاع السحابة ١٨ كم.
القنبلة التي أسقطت على اليابان كانت بقدرة ٢٠ كيلو طن من TNT.

علم المتفجرات

تعريف المتفجرات:

هي عبارة عن **مركبات كيميائية** أو **خلائط فيزيائية**، غير ثابتة التركيب تكون إما في حالة صلبة أو سائلة أو غازية، وعند تعرضها إلى محرض خارجي يحدث لها تكسير سريع Decomposition أو عملية أكسدة Oxidation في فترة زمنية قصيرة جداً (أجزاء من الثانية) لتتحول إلي مواد أكثر ثباتا، نسبتها العظمي في حالة غازية ذات ضغط كبير مصحوبة عادة بحرارة عالية وضوء ولهب وصوت ودوي يسمى **الانفجار**.



الانفجار يحدث في ١ من مليون جزء من الثانية تقريباً

التكسير أو التحليل الكيميائي Chemical Decomposition Or Analysis:

هو عبارة عن فصل المركبات الكيميائية إلى عناصر كيميائية أو مركبات بسيطة وهو عكس التخليق الكيميائي تماماً، وفي حالة المواد المتفجرة الكيميائية يحدث عندما يكون هناك محفز أو محرض لهذا التفاعل، وهذه صيغة عامة للتفاعل: $AB \rightarrow A + B$

فعلى سبيل المثال تحلل كلورات البوتاسيوم Potassium Chlorate يعطي كلوريد البوتاسيوم وأكسجين.

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

عملية الأكسدة Oxidation Process وتحدث بطريقتين:

١ -عبارة عن اتحاد مركب أو عنصر مع الأكسجين.

مثال١: احتراق الهيدروجين $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

مثال٢: احتراق الميثان $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

٢ -هو عبارة عن فقد إلكترون من بعض العناصر إلى عنصر آخر.

مثال: تفاعل الهيدروجين Hydrogen مع الفلور Fluorine. $H_2 + F_2 \rightarrow 2\,HF$

فالهيدروجين يفقد ٢ إلكترون ولذلك يعتبر عامل مؤكسد والفلور يكتسب ٢ إلكترون ولذلك يعتبر عامل مختزل.

$H_2 \rightarrow 2\,H^+ + 2\,e^-$ و $F_2 + 2\,e^- \rightarrow 2\,F^-$

عملية الانفجار Explosion Process:

عند تعرض المواد المتفجرة إلى عامل محرض خارجي كما ذكرنا سابقاً فإنها تتفكك مولده كمية حرارة عالية جداً مما يزيد تمدد الغازات الناتجة وبالتالي يزداد الضغط فيحصل تصادم كبير بين جزيئات الغاز نفسها من جهة والوسط المحيط بها، فيتحول جزء كبير من هذه الطاقة إلى شغل ميكانيكي وهذا الشغل هو الذي يقوم بعملية النسف والتدمير، والانفجار **يولد موجة انفجارية Shock Wave، فإذا كانت هذه الموجة الانفجارية أسرع من ١٠٠٠متر في الثانية تعتبر المادة المتفجرة قوية High Explosive وإذا كانت الموجة الانفجارية أقل من سرعة ١٠٠٠متر في الثانية تعتبر المادة المتفجرة ضعيفة Low Explosive.**

المبادئ الأساسية للإنفجارات Basic Principles of Explosives

هناك مبدأ عملي معروف وهو أن المادة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم (إلا بأمر الله) ولكن تتحول من شكل إلى آخر وكثير من المواد الطبيعية تحتوي على طاقة كامنة رهيبة، وإذا ما سمح لهذه الطاقة أن تخرج أو تتحول إلى شكل آخر نراها تفعل العجب العجاب ومن هذه المواد الطبيعية المواد المتفجرة، وعملية تحويل الطاقة في هذه المواد من شكل إلى آخر يمكن أن يُعَبّر عنها بالانفجار، ويحدث الانفجار عندما يسمح للطاقة الكامنة أو المحجوزة داخل المادة أن تنطلق فجأة لتؤثر على البيئة المحيطة، فالانفجار هو انطلاق مفاجئ للطاقة، ولذلك فتعريف المادة المتفجرة بأنها المادة (أو الخليط الناتج من عدة مواد) الذي يتصف بالتالي:

* قدرة عالية على إنتاج غاز تحت ظروف الضغط العالي.
* قدرة عالية على إنتاج هذا الغاز وبسرعة عالية بحيث يجعل البيئة المحيطة تتعرض لضغط (إجهاد) ديناميكي قوي ومؤثر.

التفاعل الكيميائي للمتفجرات Chemical Explosive Reaction:

حتى يحدث الانفجار الكيميائي يجب أن تتوافر في التفاعل الكيميائي الظروف التالية:

١- تكوين الغازات بكمية كبيرة جداً Formation of Gases.

٢- إنتاج كمية عالية من الحرارة Evolution of Heat.

٣- سرعة التفاعل الكيميائي Rapidity of Reaction.

٤- تأثر المادة الكيميائية المتفجرة بالمحرض Initiation of Reaction.

١- تكوين الغازات Formation of Gases

عندما نشعل الخشب أو الفحم في الجو، الكربون والهيدروجين كمادة مشتعلة سوف يرتبط مع الأكسجين في الجو ليعطي CO_2 and H_2O ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وفي النهاية سيعطي لهب ودخان، لكن عندما يطحن الخشب أو الفحم ستصبح مساحة الاحتراق أفضل لأن مساحة اتصال الفحم مع الأكسجين أكبر وبالتالي سيكون الاشتعال أسرع منه في الحالة السابقة، عندما يطحن الخشب أو الفحم بحيث يصبح ناعم جداً كالغبار وغمرناه بالأكسجين السائل وحاولنا إشعاله سينتج عن ذلك انفجار وليس اشتعال وذلك لأنه توافرت فيه خروج الغازات بكمية كبيرة وبسرعة كبيرة وبالتالي حدث الانفجار، كذلك بالرغم من أن تفاعل الحديد مع الكبريت سريع وكذلك احتراق الألمنيوم سريع إلا أن هذه التفاعلات ليس انفجاريه لعدم خروج كمية غازات كبيرة من هذين التفاعلين وتعتبر تفاعلات عادية.

$$Fe + S \longrightarrow FeS$$
$$4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$$

٢- تولد الحرارة Evolution of Heat

إنتاج الحرارة بكمية كبيرة يجب أن يكون بسرعة كبيرة جداً لأن هذه الحرارة تجعل الغازات تتمدد بسرعة فينتج عنها ضغط الانفجار، لقد لوحظ إذا تولدت الحرارة وإن كانت عالية، ببطء لا يتولد انفجاراً.

٣- سرعة التفاعل الكيميائي Rapidity of Reaction

يتميز التفاعل الانفجاري بسرعته عن كل التفاعلات الكيميائية السريعة الأخرى ولكن بشرط إنتاج كمية حرارة عالية، فعلى سبيل المثال خلط النيتروجين والأكسجين يحدث بسرعة عالية ويعطي كمية كبيرة من غاز أكسيد النيتريك Nitric Oxide لكن لا يعتبر هذا التفاعل متفجر لأنه لا ينتج حرارة بل يستهلك حرارة.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO \qquad - 43,200 \text{ Calories}$$

٤- بداية التفاعل الانفجاري Initiation of Reaction

التفاعل يجب أن يحرض بمحرض سواء كان شعلة أو صدمة قادرة على بداية التفاعل الانفجاري وأن يكون هذا المحرض متناسب مع كمية المادة المتفجرة فعلي سبيل المثال الانفجار النووي في القنبلة الهيدروجينيه الاندماجية يتطلب الملايين من درجات الحرارة حتى يحدث ولكن هذا يعتبر انفجار نووي علاقته بالنواة وليس بالذرة نفسها التي تختص بالتفاعل الكيميائي، طبعاً بدون هذا الشرط الرابع لا تعتبر المادة الكيميائية مادة متفجرة إلا إذا تم تحريضها بمحرض منطقي.

وهذه الشروط مستقلة عن وجود الأكسجين كما يعتقد البعض أن كل مادة متفجرة يجب أن تحتوي على أكسجين بالرغم أن ميزان الأكسجين في كثير من المواد المتفجرة مهم جداً، والدليل على ذلك وجود مواد غنية بالأكسجين لكنها بطيئة الانفجار مثل نترات الأمونيوم وكذلك وجود مواد فقيرة بالأكسجين مثل جميع مركبات النيترو العطرية (RDX, TNT) لكنها سريعة الانفجار، وهكذا فإن المطلوب الحقيقي من المادة الكيميائية المتفجرة هو سرعة التفاعل وليس وفرة الأكسجين، ويجب أن نعرف أيضاً أن النسبة المئوية للأكسجين ليست وحدها التي تؤثر، لكن الموضع الذي يشغله الأكسجين يؤثر أيضاً وهناك مثال على ذلك أن:

ايزوسيانات الزئبق

$$(O{=}C{=}N)_2Hg$$

وفلمنات الزئبق

$$(C{\equiv}N{-}O)_2Hg$$

مركبان متماثلان في التركيب وعدد ذرات العناصر، فالأول يستخدم في التعقيم وقتل الجراثيم والثاني متفجر بادئ شديد الحساسية وفي الحقيقة أن موضع الأكسجين له تأثير كبير في هذا الاختلاف فإن ارتباط الأكسجين بالنيتروجين (في فلمنات الزئبق) أكثر استعداداً للتفلت أو الانزلاق منه في الايزوسيانات، من أجل ذلك تعتبر الايزوسيانات أكثر استقراراً، كما أنه من المعلوم أنه ليس من المحتم في كل تفاعل أكسدة واختزال وجود ذرة أكسجين ومثال على ذلك وجود جزيئات متفجرة لا يوجد الأكسجين في تركيبها مثل الأزيدات (أزيد الرصاص) فهي تتفاعل وتنفجر عن طريق الأكسدة والاختزال الإلكتروني وهذا الكلام عام حيث أنه لابد في كل انفجار من وجود ذرة على الأقل تتأكسد (أي تتخلى عن بعض الإلكترونات) وأخرى تختزل (أي تستولي على هذه الإلكترونات).

تصنيف المواد المتفجرة Classification of Explosives

أولا: تصنف المواد المتفجرة حسب طبيعتها

According The Nature Of Explosive:






١ – متفجرات صلبة Solid Form:

مثل TNT، RDX، حامض البكريك.

٢ – متفجرات عجينية Plasticine Form:

مثل الجلجنيت Gelignite، C_3، C_4 وتسمى أيضا متفجرات بلاستيكية.

٣ – متفجرات سائلة Liquid Form:

مثل نيتروبنزين، نيتروجليسرين، نيتروميثان، نيتروجليكول، أسترولايت Astrolyte.

٤ – متفجرات غازية Gas Form:

مثل خليط غاز الميثان (غاز الطبخ) (CH_4) وغاز الأوكسجين.

ثانيا: تصنف المواد المتفجرة حسب تركيبها

According The Structure Of Explosive

١ – مركبات كيماوية Chemical Compounds: هي عبارة عن مواد كيماوية تتحد مع بعضها البعض وتتفاعل لينتج عنها مركبات كيماوية جديدة لها خصائصها الخاصة بها حيث تفقد كل من المركبات الداخلة في التفاعل خصائصها الأولية، مثل TNT و RDX ونيتروجليكول وحامض البكريك ونيتروجليسرين.

٢ – مركبات فيزيائية Physical Compounds: وهي عبارة عن مواد يمتزج مع بعضها البعض ليكون خليطاً حيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الأولية، مثل الديناميت الذي يتكون من نيتروجلسرين ونشارة الخشب، والبارود الأسود الذي يتركب من نترات البوتاسيوم والفحم والكبريت واختلاط غاز الميثان مع الأكسجين، والبارود الأبيض الذي يتكون من نترات بوتاسيوم وسكر.

ثالثا: تصنف المواد المتفجرة حسب الاستخدامات المختلفة للمتفجرات:

According The User Of Explosive:

١- استخدامات عسكرية Military Explosives:

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم في الأغراض العسكرية مثل تعبئة العبوات والقذائف والصواريخ والقنابل وتتميز هذه المتفجرات بسرعة انفجارها العالية، وهذه المواد تقسم إلى قسمين: مواد تستخدم في الأغراض التدميرية مثل TNT وبعض خلائطه، ومواد تستخدم في اختراق الدبابات مثل RDX و HMX.

٢- استخدامات مدنية Industrial Explosives:

يقصد بذلك المتفجرات التي تستخدم فقط في الأغراض المدنية مثل شق الطرق والأنفاق والتي تستخدم في الألعاب النارية، وغالباً ما تكون على هيئة مسحوق أو عجينه حتى يمكن تعبئتها في حفر التفجير، وعادة لا تزيد سرعتها الانفجارية عن ٥٠٠٠ متر / ثانية، ومن أمثلتها نترات الأمونيوم والديناميت وخلطة ANFO (خليط نترات الأمونيوم مع الكيروسين أو زيت السيارات).

٣- متفجرات تستخدم للحرارة والإضاءة Heat And Illumination Explosives:

مثل مسحوق الماغنيسيوم ومسحوق الألمنيوم وجميعها تستعمل لرفع الحساسية للخليط المتفجر أثناء الانفجار وإنتاج حرارة وإضاءة بعد الانفجار غير أن الماغنيسيوم يعطي إضاءة أكثر من الحرارة ولذا يستخدم في صناعة القنابل المضيئة أما الألمنيوم فعلى العكس فهو يعطي حرارة أكثر من الإضاءة.

٤- متفجرات دافعة Propellant Explosives:

وتستعمل لدفع الصواريخ والقذائف والطلقات مثل خليط وقود الصواريخ السائل، البارود الأسود، النيتروسليلوز، والكوردايت، وبيركلورات الأمونيوم $(NH_4)CLO_4$ وخلائطها التي تستخدم في إنتاج وقود الصواريخ الصلب (خليط بيروكلوارت الأمونيوم مع براده الألمنيوم والإبوكسي).

٥- مواد متفجرة دخانية Fuming Explosive:

وهي مركبات لإنتاج الدخان والألعاب النارية وإشارات الاستغاثة وغير ذلك من الاستخدامات المتنوعة مثل الفوسفور الأبيض.

٦- مواد متفجرة صوتية Sound Explosives:

وهي عبارة عن مركبات تستخدم لإعطاء صوت عالي جداً بدون تدمير ومثال عليها خليط كلورات البوتاسيوم مع بنزوات الصوديوم.

رابعاً: تصنف المواد المتفجرة حسب تركيبها وتفاعلها الكيميائي:

According To Structure And Reactions:

١- مركبات متفجرة غير عضوية Explosive Inorganic Compounds

وهي المركبات التي لا يدخل في تركيبها الكيميائي ذرة الكربون

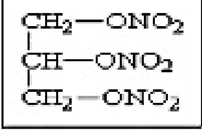
وكمثال عليها أزيد الرصاص Lead Azid.

Pb<N=N=N
N=N=N

٢- مركبات متفجرة عضوية Explosive Organic Compounds

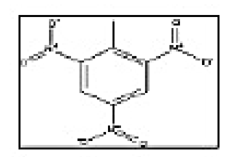
وهي المركبات التي يدخل في تركيبها الكيميائي ذرة الكربون وهي التي تستخدم في الاستخدامات العسكرية بكثرة

ومنها عدة أنواع:





* المركبات الأليفاتية المنترجة مثل النيتروجليسرين.



* المركبات الأروماتية أو الحلقية المنترجة

مثل ت. ن. ت Tri Nitro Toluene (TNT)

خامسا: تصنف المواد المتفجرة حسب سرعة تحولها إلى غازات إلى:

According The Speed Of The Explosives

١ – المتفجرات عالية القوة High Order Explosive: (مواد متفجرة Detonation)

هي المواد المتفجرة التي تتحول تحت تأثير المؤثر الخارجي إلى انفجار بسرعة كبيرة ويتولد عنها غازات ذات ضغط كبير لها قوة تدميرية هائلة، ومن أمثلتها الديناميت وخليط الغاز الميثان مع غاز الأكسجين و TNT و RDX و HMX.

معظم هذه المواد المتفجرة تتركب من وقود ومجموعتين أو أكثر من ثاني أكسيد النيتروجين (Nitrogen Dioxide) (NO_2)، مثل مادة (TNT) والتي تتكون من الوقود وثلاث مجموعات من ثاني أكسد النيتروجين، عندما تمر الموجة الانفجارية خلال جزئ (TNT) تتكسر رابطة ثاني أكسيد النيتروجين ويرتبط الأكسجين مع الوقود وهو الطولين في حالة ت. ن. ت، كل هذا يحدث في جزء من مليون جزء من الثانية.

خواصها:

١. يتم تحولها إلى غازات بسرعة كبيرة مصحوبة بحرارة وصوت وضوء ولهب.

٢. سرعة الانفجار تكون بين ١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ متر / ثانية.

٢ – المتفجرات ضعيفة القوة Low Order Explosive: (مواد مشتعلة Deflagration)

هي أنواع من المتفجرات عند احتراقها تتحول تدريجياً وببطء نسبي مما يكسب الغازات الناتجة عنها ضغطاً منتظماً له خاصية الدفع بسرعة متزايدة، وهي لا تعطي انفجاراً إلا إذا كبحت من خلال كابح، ولذلك تستخدم في تعبئة خراطيش المقذوفات ومن أمثلتها الكوردايت والبارود الأسود والبارود الأبيض والنيتروسليلوز.

خواصها:

١. يتم تحولها إلى غازات يصحبها صوت وضوء ولهب إذا كبحت.

٢. سرعة الاحتراق تكون بين ٤٠٠ – ١٠٠٠ متر / ثانية.

٣. الغرض منها إعطاء قوة دفع.

٤. يمكن التحكم في سرعة التحول بواسطة التحكم في السطح المعرض للاحتراق.

٥. تستعمل في دفع المقذوفات ولذلك سميت بالمواد القاذفة أو المواد الدافعة.

أما بالنسبة للفرق الكيميائي بين المتفجرات القوية والمتفجرات الضعيفة هو وجود المواد المؤكسدة والمواد المختزلة، ففي حالة المواد المتفجرة القوية يرتبط الأكسجين برابطة ضعيفة مع العامل المختزل وبالتالي يحتاج إلى طاقة خارجية عالية حتى تحافظ على هذه الروابط وبالتالي عندما تكسر هذه الروابط تخرج هذه الطاقة العالية مسببة الدمار، أما في حالة المواد المتفجرة الضعيفة يكون ارتباط الأكسجين مع العامل المختزل بروابط قوية ولذلك يكون الاشتعال سهل، أما إذا أردنا تفجير المواد المتفجرة الضعيفة نقوم بكبحها ويفضل في كابح أنبوبي الشكل كما نري في الألعاب النارية حيث نلاحظ العديد من لفات الورق حول المادة المتفجرة الضعيفة (المشتعلة) وبالتالي عند اشتعالها تنفجر أما بالنسبة للمواد المتفجرة القوية فإنها تنفجر بدون كابح ولكن الأفضل أن تكبح في كابح حديد قوي خصوصاً إذا كان الانفجار موجه.

وسنذكر أمثلة على المواد المؤكسدة التي تستخدم في المتفجرات الضعيفة (المشتعلة) مرتبة من الأضعف إلى الأقوى



نترات الأمونيوم



نترات البوتاسيوم



كلورات البوتاسيوم

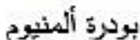
أما المواد المختزلة (المشتعلة) التي تستخدم في المتفجرات الضعيفة:

١- الكبريت Sulfur
٢- الفحم Charcoal
٣- بودرة الألمنيوم Aluminum Powder
٤- بودرة الماغنيسيوم Magnesium Powder
٥- تيتانيوم Titanium
٦- كل المواد المشتعلة بشكل عام.



الكبريت





بودرة ألمنيوم

طبعاً هذه المواد تخلط مع بعضها البعض بنسب ٦٥% - ٩٠% مادة مؤكسدة مع ١٠% - ٣٥% مادة مختزلة وذلك حسب كمية الأكسجين الموجودة في كل مادة مؤكسدة على حدة، وحسب كمية الحرارة الصاعدة من المادة المختزلة المحددة، على سبيل المثال يحترق التيتانيوم أسرع المركبات المختزلة الموجودة كما تعتبر مادة كلورات البوتاسيوم أفضل مادة مؤكسدة لأنها تعطي كمية كبيرة من الأكسجين بالمقارنة بالمواد المذكورة سابقاً، لكن عيبها أنها مادة حساسة لأي شرارة أو احتكاك لذلك يفضل الابتعاد عنها قدر الإمكان ويفضل استخدام مادة قوية مثلها لكنها أقل حساسية مثل ثنائي كلورات البوتاسيوم Potassium Bichlorate ولذلك تستخدم هذه المادة في الألعاب النارية.

تحذير: يعتبر غبار المعادن (بودرة الألمنيوم والماغنيسيوم) مضر جداً للجهاز التنفسي ويمكنه قتل الإنسان.

تعريفات Definitions

*** السرعة الانفجارية Explosive Or Detonation Velocity:**

هي السرعة التي تنتقل بها موجة الانفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من ١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ م/ث وذلك في المتفجرات عالية القوة، أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من ٤٠٠ – ١٠٠٠ متر في الثانية.

توجد ثلاث عوامل تؤثر على سرعة الانفجارية وهي **نعومة المادة وتجانسها، زيادة سماكة المادة المتفجرة، والكابح**. إذا المادة المتفجرة كانت مكبوحة بكابح تكون أقوى من نفس المادة الغير مكبوحة بنسبة ٣٠% زيادة على الأقل، سرعة الموجة الانفجارية في معظم المتفجرات الغازية تتراوح بين ١٨٠٠ – ٣٠٠٠ متر/ثانية.

*** قوة الانفجار Explosive Power:**

هي كمية الغازات الناتجة عن كمية معينة من مادة شديدة الانفجار، أي إنها تتوقف مباشرة على حجم الغازات الناتجة عن الانفجار التي تولد الشغل التدميري، يتم قياس قوة الانفجار بعدة اختبارات، منها تمدد الاسطوانة Cylinder Expansion واختبار بلوك الرصاص Lead Block Test.

اختبار تمدد الاسطوانة: توضع كمية محددة من المادة المتفجرة المراد فحصها في اسطوانة مجوفة طويلة تشبه اسطوانة غاز الأكسجين، لكن جدارها يكون من معدن النحاس وتكون الاسطوانة مفتوحة من الجهة العلوية. بعد الانفجار يتم قياس التمدد الذي حصل في جدار الاسطوانة.

ويمكن معرفة قوة المادة المتفجرة من خلال حجم الغازات Volume of Gas المتولدة من المادة بالإضافة إلى الحرارة المتولدة Heat of Explosion من الانفجار .

Power = Q X V   Q = Heat Of Explosion   V = Volume Of Gas Generated

*** الحساسية Sensitivity:**

هي مدى قابلية المادة الكيميائية المتفجرة للانفجار تحت تأثير العوامل المحرضة الخارجية التي تسبب التفجير مثل الحرارة Heat والصدمة Impact والاحتكاك Friction وغيرها، حساسية المادة المتفجرة مهمة جداً في اختيار المادة حسب المهمة. فعلى سبيل المثال المتفجرات الموجودة في الدروع الردية يجب أن تكون غير حساسة، كذلك المادة المتفجرة الكيميائية التي تستخدم في القنابل النووية يجب أن تكون غير حساسة بتاتاً خوفاً من أي انفجار عفوي قد يحدث ويفجر القنبلة النووية.

يعبر عن الصدمة من خلال إسقاط جسم معلوم الوزن من مسافة عالية ثابتة على كمية مادة متفجرة محددة، ويعبر عن الحساسية من خلال احتكاك بندول معلوم الوزن يكشط المادة المتفجرة، وتكون النتيجة إما فرقعة Snaps (صوت حاد) أو اشتعال Ignites وانفجار Explode، ويعبر عن فحص الحرارة من خلال ارتفاع درجات الحرارة تدريجياً وعلى كمية مادة متفجرة معلومة.

*** الشراسة Brisance:**

هي مقياس لمدى قوة مادة شديدة الانفجار على تحطيم الأغراض، فإذا كانت قوة الانفجار تقاس بحجم الغازات المتولدة، فإن الشراسة تقاس بسرعة تولد هذه الغازات.

على سبيل المثال: انفجار خزان غاز بروبان يعطي كمية هائلة من الطاقة الكيميائية لكن يقطع الحاوي إلى قطع كبيرة في حين أن أونصة (٢٨،٤ مل لتر) من مادة النيتروجليسرين لو انفجرت تقطع، بل وتنسف كل المحتوى بشكل كامل، هذا ما يعبر عنه في الشراسة وهو قدرة المادة المتفجرة على نسف وتحطيم الحاوي مثل حاوي القنابل والقذائف، وتحليل هذا أن سرعة التفاعل تكون كمية هائلة من الغازات في فترة قياسية صغيرة ترفع الضغط إلى قمته وهذا بدوره ما يحطم الحاوي، قياس الشراسة ليس مشهوراً في كل الدول، وأكثر استخدامها في روسيا وفرنسا.

اختبار الشراسة يتم من خلال اسطوانة Cylinder Fragmentation، جدارها من معدن الحديد المقوى، يتم وضع كمية محددة من المادة المتفجرة بالمقارنة مع TNT في داخل الاسطوانة المعدنية ثم يتم انفجارها، بعد الانفجار يتم جمع القطع التي قطعت نتيجة الانفجار وجمعها وإحصائها.



Test: Steel Tube Test (With 50 G of PETN)

*** ثباتية المواد المتفجرة Explosive Stability:**

ونعني بها محافظة المواد على مواصفاتها إلى فترة زمنية ممكنة في ظل ظروف جوية وفيزياوية متعددة ومتقلبة وهذا يعتمد على العوامل التالية:

١. امتصاص الرطوبة Hygroscopicity:

وهذا يعني قابلية المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها، وكلما قلت هذه القابلية كلما زادت الثباتية والكفاءة والعكس صحيح، لأن الماء يعمل على تقليل حساسية وقوة وسرعة الانفجار، بالإضافة أنه يعمل على تآكل المعدن الذي يحتوي المادة المتفجرة، فنلاحظ أن الديناميت الجيلاتيني مقاوم إلى الماء، في حين المتفجرات التي تعتمد على نترات الأمونيوم غير مقاومة لامتصاص الرطوبة.

٢. الحساسية Sensitivity:

كلما زادت حساسية المادة المتفجرة زادت احتمالات انفجارها أثناء الخزن لذلك يفضل تصنيع أقل كمية لازمة من المواد الحساسة وإذا ما تم تصنيعها بكميات كبيرة يفضل تخزينها تحت الماء، معظم المتفجرات تكون آمنة وفعالة في

درجات حرارة – ١٠ و+ ٣٠ لكن إذا ارتفعت درجة الحرارة أكثر من ذلك قد تكون عرضة للانفجار، كذلك بعض المتفجرات إذا انخفضت درجة الحرارة أقل من – ١٠ لا تعمل، كذلك معظم المواد المتفجرة تكون غير آمنة إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٧٠ درجة مئوية.

٣. نقاوة المادة المتفجرة Explosive Material Purity:

حيث أن وجود شوائب في هذه المواد، خصوصا إذا كانت بقايا حمض يساعد في التفكك الذاتي لها مما قد يؤدي إلى تلفها أو انفجارها. خصوصاً إذا تكونت مجموعة نيترايت Nitrite ($-NO_2$) أو مجموعة النيتريت Nitrate ($-NO_3$) أو مجموعة الأزيد Azide ($-N_3$)، بشكل مجموعات حرة Radical Groups، فهذه المجموعات إذا وجدت حرة تحفز تكسير المادة المتفجرة خصوصا إذا كانت الحرارة عالية.

معظم المواد المتفجرة تحتوي على مجموعات النيتروجين، وبطبيعة الحال هذه المجموعات تتفكك إذا تعرضت للأشعة الفوق بنفسجية Ultraviolet Rays الموجودة في أشعة الشمس، تعتبر القوة التدميرية والحساسية وثباتية المادة المتفجرة من أهم ما يميز أي مادة متفجرة عن الأخرى، كل مادة متفجرة لها طاقة محددة قادرة على تحفيزها للانفجار، فإذا كانت المادة المتفجرة حساسة جداً يمكن أن تنفجر بأي صدمة أو احتكاك وهذا عيب بطبيعة الحال.

*** القطر الحرج Critical Diameter:**

وهو القطر الأدنى للحشوة المتفجرة وأقل منه لا يمكن أن يحدث انفجار في الحشوة لأن الموجة الانفجارية لا يمكن أن تأخذ مجراها، ويتم هذا الاختبار من خلال استخدام عدة حشوات بسماكات مختلفة لغاية أقل سماكة عندها المادة لا تنفجر.

*** الكثافة Density:**

هي قسمة الوزن على الحجم. الكثافة $= \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{كيلو جرام}}{\text{اللتر}} = \frac{\text{جرام}}{\text{مل لتر}}$.

حسب طريقة الضغط المستخدمة في ضغط المادة المتفجرة، يمكن الحصول على دقة ٨٠-٩٩% من الكثافة الحقيقية المطلقة للمادة المتفجرة، بطبيعة الحال الضغط العالي للمادة يرفع كثافتها ويجعلها أكثر مقاومة لتحفيز الانفجار، إذا زادت الكثافة عن حدها الأقصى، ممكن بلورات بعض المواد تصبح أكثر نعومة وبالتالي تصبح أكثر حساسية للانفجار، كما أن بعض المواد نتيجة الضغط الزائد قد تصل إلى حد الخمول المطلق الذي يمنع انفجارها، سرعة المادة الانفجارية مع كثافتها تعتبر من أهم الأمور التي تؤثر على كمية الطاقة الناتجة.

*** مقاومة الحرارة والبرودة Freezing And Heat Resistant:**

لهذه الناحية أهمية كبيرة لاسيما عندما تستعمل المتفجرات في المناطق الباردة أو الحارة، فالحرارة يمكن أن تسبب بتغييرات مهمة في المتفجرات، فمن الممكن أن يميع المتفجر أو يصبح أقل صلابة، وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وبالتالي زيادة الكثافة، كما ويمكن أن تنفصل بعض المواد الموجودة في المواد المتفجرة وخاصة التي تحتوي على مواد دهنية، والبرودة تضعف استجابة المادة المتفجرة للانفجار.

*** الرشح Filtration:**

وخصوصاً إذا كانت المادة المنفصلة حساسة (الديناميت الذي يرشح النيتروجليسرين عندما يكون تصنيعه رديئاً).

*** سمومية الغازات الناتجة Toxicity:**

أخطر الغازات الناتجة عن الإنفجارات هي أول أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة والطعم، ففي الإنفجارات في الهواء الطلق تتبدد الغازات بسرعة، أما في الأماكن المقفلة كالسراديب والملاجئ فلا تتبدد بسهولة لذا يظل جو التنفس خطراً لمدة طويلة إذا لم تؤمن تهوية المكان.

*** الانفجار بالعدوى:**

هي قدرة مادة متفجرة على نقل الانفجار إلى مادة أخرى موضوعة على مقربة منها دون أن تلامسها، إن عملية نقل الانفجار من حشوة إلى حشوة أخرى تتعلق بالأمور التالية:

- سرعة الموجة الانفجارية للمادة المتفجرة المانحة.
- حساسية المادة المتفجرة المستقبلة.
- الحاجز بين المادتين.
- وضعية الحشوات من بعضها.



بنجالور طوله ٢٠ متر



البنجالور أثناء انفجاره



آثار الموجة الانفجارية على الأرض

*** نقطة الانفجار Explosion Point Or Limit:**

هي درجة الحرارة التي تنفجر عندها المادة عندما تصل إليها سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة.

*** التبخر Volatility:**

وهي قابلية المادة المتفجرة للتبخر نتيجة تفكك بعض جزيئاتها لذلك هذه الخاصية تقدح في ثباتية واستقرار المادة المتفجرة وبالتالي يصبح التعامل مع هذه المواد خطير.

*** اختبار المواد المتفجرة Explosive Material Test:**

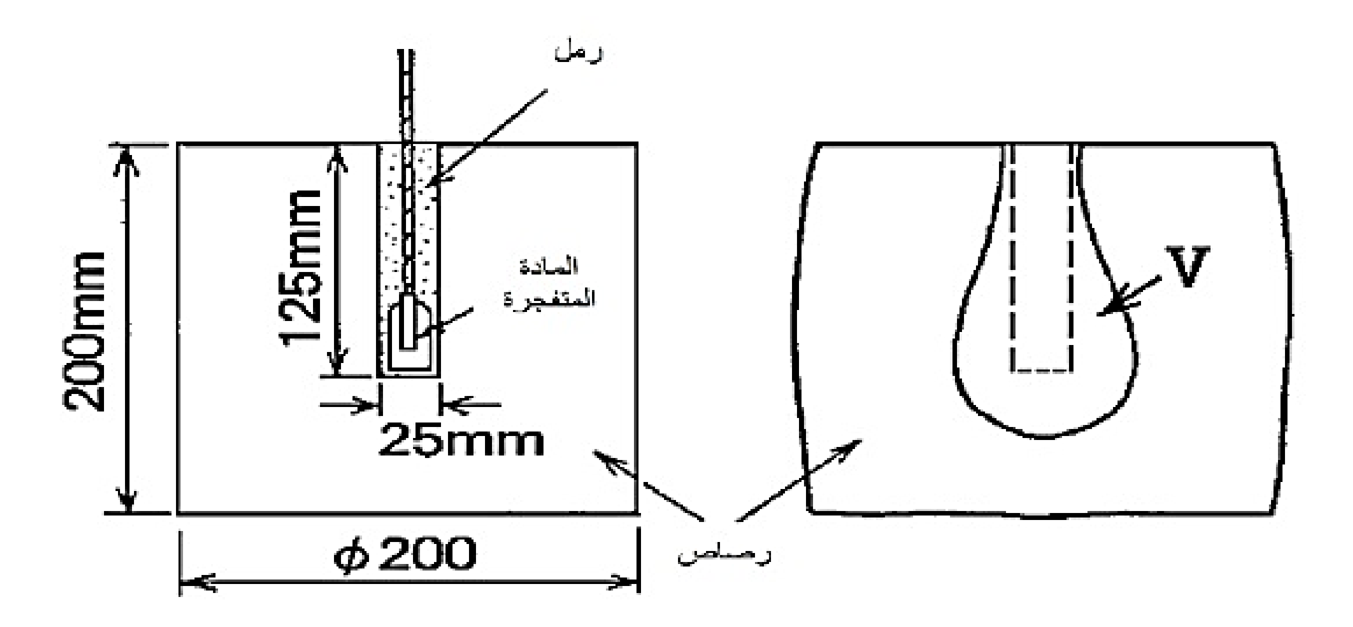
يستخدمTNT كوحدة قياس لكل أنواع المتفجرات الأخرى، هذه القياسات مهمة لأنها تفسر موجة الانفجار Blast Waves قبل حدوثها، والحفرة Craters التي قد يخلفها الانفجار واستجابة الشيء المراد تدميره حسب نوع المادة، كذلك تستخدم في معرفة الدمار الذي قد ينشأ أثناء النقل والتخزين، بل هذه القياسات تسهل كيفية اتخاذ القرار من القيادة العسكرية والسياسية.

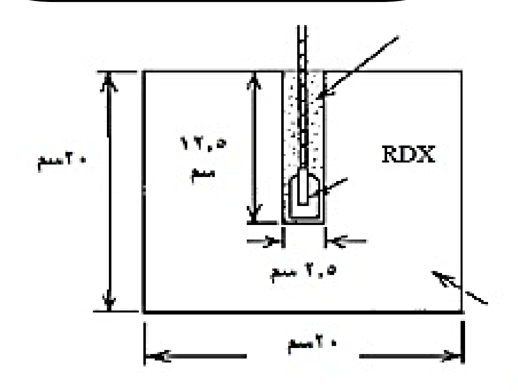
وهذه القياسات تتم من خلال عدة اختبارات وأهمها:

اختبار بلوك الرصاص Lead Block (ترازول Trauzl) وانبعاج الصفيحة أو ما يسمى بتمدد الاسطوانة Plate Dent Or Cylinder Expansion، مع العلم يمكن لهذه القياسات تختلف من دولة لدولة أو حتى من مختبر لمختبر.

اختبار بلوك الرصاص Lead Block Test:

يستخدم بلوك الرصاص أو ما يسمى اختبار ترازول Trauzl Lead Block Test في تقدير قوة المادة المتفجرة بالمقارنة مع TNT، هذا الاختبار تم اكتشافه من خلال ايزيدور ترازول Isidor Trauzl عام ١٨٨٥، في هذا الاختبار يتم وضع ١٠ جرام من المادة المتفجرة في بلوك الاختبار ، بعد وضع المادة المتفجرة يتم تغطية المادة بالرمل، ثم يتم تفجير العينة من خلال صاعق كهربائي، نلاحظ بعد الانفجار ازدياد حجم الاسطوانة في البلوك ثم يتم عمل الفرق بين الحجمين ومن ثم يتم المقارنة مع انفجار نفس الكمية من TNT.





مثال:

تم اجراء اختبار بلوك الرصاص لمادة السيكلونيت RDX (١٠جم).

فكانت النتائج كما يلي:

حجم اسطوانة البلوك بعد الانفجار = ٤٧٠ سم^3

احسب قوة انفجار مادة RDX بالنسبة لمادة TNT

إذا علمت أن حجم نفس الاسطوانة بعد انفجار TNT(١٠جم) = ٣٠٠ سم٣.

الإجابة:

حجم اسطوانة البلوك قبل الانفجار = π (نصف القطر)^2 * الارتفاع

= ٣,١٤ * (٢,٥÷٢)^2 * ١٢,٢ ≈ ٦٠ سم^3

$$\text{قوة انفجار مادة RDX} = \frac{\text{حجم الاسطوانة بعد انفجار RDX} - \text{حجم الاسطوانة قبل انفجار RDX}}{\text{حجم الاسطوانة بعد انفجار TNT} - \text{حجم الاسطوانة قبل انفجار TNT}}$$

$$= \frac{٤٧٠ - ٦٠}{٣٠٠ - ٦٠} \approx ١,٧$$

Table 22. Lead block excavation values.

A. Homogeneous Explosives

Explosive	Test Value cm^3/10 g	Explosive	Test Value cm^3/10 g
nitroglycol	610	picric acid	315
methylnitrate	600	trinitroaniline	311
nitroglycerine	530	TNT	300
PETN	520	urea nitrate	272
RDX	483	dinitrophenol	243
nitromethane	458	dinitrobenzene	242
ethylnitrate	422	DNT	240
Tetryl	410	guanidine nitrate	240
nitrocellulose 13.4 % N	373	ammonium perchlorate	194
ethylenediamine dinitrate	350	ammonium nitrate	178

B. Industrial Explosives

Explosive	Density g/cm³	Test Value cm³/10 g
blasting gelatin	1.55	600
guhr dynamite	1.35	412
Gelignite 65 % nitroglycerine	1.53	430
ammonium-nitrate-based gelatins, 40 % nitroglycerine	1.47	430
powder-form ammonium-nitrate-based explosives	1.0	370
ANFO	0.9	316
gelatinous permitted explosive	1.69	130
ion-exchanged permitted explosive	1.25	85

بعض القياسات و التحويلات المهمة

area:		m^2	cm^2	in^2	ft^2
square meter:	$1\ m^2 =$	1	10^4	1550.0	10.764
square inch:	$1\ in^2 =$	$6.4516 \cdot 10^{-4}$	6.4516	1	$6.9444 \cdot 10^{-3}$
square foot:	$1\ ft.^2 =$	$9.2903 \cdot 10^{-2}$	929.03	144	1
acre:	$1\ A.^2 =$	4046.9 = 0,4 ha			

volume		l	gal	in^3	ft^3
liter	1 l =	1	$2.1997 \cdot 10^{-1}$	61.024	$3.5315 \cdot 10^{-2}$
milliliter: = cubic centimeter:	1 ml =				
	$1\ cm^3 =$	10^{-3}	$2.2007 \cdot 10^{-4}$	$6.1024 \cdot 10^{-2}$	$3.5315 \cdot 10^{-5}$
cubic inch:	$1\ in^3 =$	$1.6387 \cdot 10^{-2}$	$3.6063 \cdot 10^{-3}$	1	$5.787 \cdot 10^{-4}$
fluid ounce:	1 oz fl =	$2.8413 \cdot 10^{-2}$	$6.2528 \cdot 10^{-3}$	1.7339	$1.003 \cdot 10^{-2}$
liquid pint:	1 pt =	$5.68 \cdot 10^{-1}$	$1.25 \cdot 10^{-1}$	34.662	$2.006 \cdot 10^{-2}$
liquid quart:	1 qt = 2 pt =	1.136	$2.5 \cdot 10^{-1}$	69.323	4.012
gallion:	1 gal = qt =	4.544	1	277.29	0.1605
cubic foot:	$1\ ft^3 =$	28.317	6.2317	1728.0	1
dry barrel:	1 bbl dry =	115.63	23.447	7056.2	4.0833

length:		m	In.	ft.	yd.
meter:	1 m =	1	39.370	3.2808	1.0936
Inch:	1 in. =	$2.54 \cdot 10^{-2}$	1	$8.3333 \cdot 10^{-2}$	$2.7778 \cdot 10^{-2}$
foot:	1 ft. =	$3.048 \cdot 10^{-1}$	12"	1	$3.3333 \cdot 10^{-1}$
yard:	1 yd. =	$9.144 \cdot 10^{-1}$	36	3	1
mile:	1 ml. =	1609.3	63 360	5280	1760

energy:		kJ	kcal	mt	l atm	l bar
Joule = meter-Newton:	1 J = 1 m N =	10^{-3}	$2.3884 \cdot 10^{-4}$	$1.0197 \cdot 10^{-4}$	$9.8687 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}
kilojoule:	1 kJ =	1	$2.3884 \cdot 10^{-1}$	$1.0197 \cdot 10^{-1}$	9.8687	10
kilocalorie:	1 kcal =	4.1868	1	$4.2694 \cdot 10^{-1}$	41.319	41.869
meter-ton (1000 kp):	1 mt =	9.8067	2.3423	1	96.782	98.069
liter-atmosphere:	1 l atm =	$1.0133 \cdot 10^{-1}$	$2.4202 \cdot 10^{-2}$	$1.0333 \cdot 10^{-2}$	1	1.0133
liter-bar:	1 l bar =	10^{-1}	$2.3885 \cdot 10^{-2}$	$1.0197 \cdot 10^{-2}$	$9.8687 \cdot 10^{-1}$	1
kilowatt-houre:	1 kWh =	3600	859.85	367.10	$3.5528 \cdot 10^{4}$	$3.6 \cdot 10^{4}$
horse-power-houre:	1 PS h =	2647.8	632.42	270	$2.6131 \cdot 10^{4}$	$2.6478 \cdot 10^{4}$
gas-equation-factor:	R · °K · Mol =	$8.313 \cdot 10^{-3}$	$1.9858 \cdot 10^{-3}$	$8.478 \cdot 10^{-4}$	$8.204 \cdot 10^{-2}$	$8.313 \cdot 10^{-2}$
british thermal unit:	1 BTU =	1.055	$2.520 \cdot 10^{-1}$	$1.076 \cdot 10^{-1}$	10.41	10.55

pressure		bar	kp/cm^2	Atm.	p. s. i.
bar = 10 Newton per cm^2:	1 bar =	1	1.0197	0.98692	14.504
physical atmosphere:	1 Atm. =	1.01325	1.0332	1	14.696
technical atmosphere:	1 kp/cm^2 =	0.98067	1	0.96784	14.223
water column:	10 m =	0.98064	0.99997	0.96781	14.223
pound per square inch:	1 p. s. i. or lb/in^2 =	$6.8947 \cdot 10^{-2}$	$7.0307 \cdot 10^{-2}$	$6.8046 \cdot 10^{-2}$	1
pound per square foot:	1 p. s. ft. or lb/ft^2 =	$4.7880 \cdot 10^{-4}$	$4.8824 \cdot 10^{-4}$	$4.7254 \cdot 10^{-4}$	$6.9444 \cdot 10^{-3}$

غرفة تفجير للمختبر Laboratory Detonation Chambers



KV-150M1 *KV-250M*

وهي مخصصة للأبحاث العلمية والتطوير ولاختبار طاقة المواد المتفجرة بعد الانفجار، كذلك تستخدم في حفظ المواد المتفجرة المحضرة حديثاً لفترة زمنية، وتستخدم في قياس حساسية المادة المتفجرة وحرارة الانفجار الصادرة منها، كذلك يمكن قياس الضغط المتولد من الغاز وسرعة خروج هذه الغازات، وهي مصنعة من معدن الحديد الذي يصمد أمام الكثير من الإنفجارات، ويوجد منها نوعين (KV-150M1) وهذه بدورها يستخدم فيها لغاية ١٥٠ جرام من المواد المتفجرة والنوع الثاني (KV-250M) والتي تتحمل وزن ٢٥٠ جرام من المواد المتفجرة، العمر الافتراضي لهذه الغرفة من ١٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠ انفجار إذا ما تم وضع الكميات المحددة فقط، الغرفة مزودة بعدة شبابيك زجاجية مغطاة بغطاء حديد سميك والتي تستخدم لإدخال المواد المتفجرة، كذلك الغرفة مزودة بصمامين للغاز، الأول يستخدم في إدخال كمية من الغاز للضغط على المادة المتفجرة قبل انفجارها والصمام الثاني مصمم لنزع الغاز الزائد بعد الانفجار وحسابه.

معلومات قياسية Technical information:

Chamber	KV-150M1	KV-250M	الحجرة
Nominal capacity (g TNT)	150	250	كمية المادة المتفجرة (جم)
Maximum length (mm)	1540	1800	الطول الأقصى (ملم)
Maximum width (mm)	1100	1200	العرض الأقصى (ملم)
Maximum height (mm)	1450	1630	الارتفاع الأقصى (ملم)
Maximum weight (kg)	800	1250	الوزن الأقصى (كجم)

العوامل المؤثرة في الإنفجار

١- الأكسجين: التفاعل المتفجر يكون ناشراً للحرارة بطبيعة الحال، ولما كانت التفاعلات من هذا النمط تفاعلات أكسدة واختزال بصورة عامة فإنه لابد في كل انفجار من وجود ذرة تتأكسد على الأقل- أي تتخلى عن بعض الكتروناتها- وأخرى تستولي على هذه الالكترونات، ولكي يكون تفاعل ما تفاعل أكسدة واختزال فإنه ليس من المحتم وجود الأكسجين، إذ أن الأزيدات مثلاً جزيئات متفجرة لا يدخل في تركيبها الأكسجين فهي تنفجر بتفاعل أكسدة واختزال، غير أن المؤكسد الأول في تفاعلات الأكسدة كما في المتفجرات بصورة عامة هو الأكسجين، إن للنسبة المئوية التي تدخل في التركيب المئوي لنوع كيماوي متفجر أو لخليط متفجر أهمية ولكنها ليست كبيرة حيث أن السرعة الانفجارية في المقام الأول مستقلة عن الأكسجين إذ أن هناك متفجرات غنية بالأكسجين غير أنها بطيئة، ومتفجرات أخرى فقيرة بالأكسجين كجميع مركبات النيترو عطرية، غير أنها سريعة، وعلينا أن لا ننسى أن ما يؤثر ليس فقط النسبة المئوية كرقم مطلق بل هو كذلك البنية أو الموضع الذي يشغله الأكسجين في الجزيء.

٢- النسبة المئوية للمكونات في الخليط: إن العيار أو التركيب الكمي للخلائط المتفجرة المتشكلة من مكونات مختلفة (الوقود والحارق) هو عامل يؤثر في سرعة التفاعل.

٣- الحرارة والضغط: تزداد سرعة الاحتراق بازدياد الضغط ودرجة الحرارة، وهي تتضاعف تقريباً كلما ازدادت درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية.

٤- كثافة المتفجر: ذرات المركبات الكيماوية التي تدخل في التفاعل أقرب إلى بعضها البعض منها في الخلائط الفيزيائية، وتكون السرعة التي يتطور فيها التفاعل أكبر بكثير في المركبات الكيميائية منها في الخلائط الفيزيائية، الكثافة المطلقة أو الحقيقية هي كتلة وحدة الحجم من المادة المتفجرة التي لا يفصل بين ذراتها الهواء، أما الكثافة الوزنية فهي وزن اللتر من المادة المتفجرة في الشروط العادية بدون ضغط، وتؤثر الكثافة الحقيقية أو المطلقة في سرعة الاحتراق وتؤثر الكثافة الوزنية في الاشتعال، أي تؤثر الأولى في انتشار الاحتراق داخلياً وتؤثر الثانية في انتشاره خارجياً.

٥- الكثافة النوعية للشحنة: وهي العلاقة الكائنة بين وزن المتفجر وحجم الحيز الذي يتم فيه الانفجار وتختلف هذه الكثافة من مادة إلى أخرى حسب تركيبها الكيميائي، فنجدها في حمض البكريك تساوي $1.763\ g/cm^3$ وفي RDX تساوي $1.8\ g/cm^3$ وفي النيتروجليكول تساوي $1.49\ g/cm^3$.

٦- الكابح: ويطلق على العائق أو الصعوبة التي يجابه بها الحيز الذي تتم فيه العمليه الانفجاريه والغازات الناتجة عن الانفجار مانعاً إنتشارها، فالكابح تابع لطبيعة الوعاء وإحكام إغلاقه، ففي حيز جيد الإحكام وذي خواص مميزة ملائمة تحول دون تحطمه قبل التحول الكلي للمتفجر إلى غاز يزداد الضغط بتقدم العملية الانفجارية، ولما كانت السرعة تابعة للضغط فإن ما يبدأ كاحتراق بسيط يمكن أن ينتهي إلى انفجار مدو، فالبارود يتقد في الهواء ويشتعل اشتعالاً وميضياً في ماسورة المدفع وينفجر انفجار في كابح مغلق.

٧- **الوسائط:** وهي مواد تؤثر في سرعة التفاعلات إما بزيادتها وتسمى (وسائط ايجابية) أو بإبطائها وتسمى (وسائط سلبية) ولما كانت الإنفجارات إجراءات كيماوية فأنها تتأثر ككل الإجراءات الأخرى بالوسائط المناسبة، مثل الحامض في النيترسليلوز الذي يعرضه للخطر عند الحفظ ومثل المواد التي تساعد المتفجرات على الثباتيه والإستقرارية.

معادلات التفجير

معادلة الاحتراق التام:

عندما تكون نسبه الأكسجين الموجودة في الجزيء المتفجر كافية لتحويل كل الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون CO_2– () وكل الهيدروجين إلى ماء (H_2O) عند ذلك يوصف المتفجر أنه ذو احتراق تام وسوف تتحرر طاقته العظمى الكلية المتناسبة مع كمية الكربون والهيدروجين الموجودة.

تعريف ميزان الأكسجين :

تطلق عبارة ميزان الأكسجين على الزيادة أو النقص في الأكسجين التي يحويها متفجر كيميائي معبراً عنه بالنسبة المئوية من وزنه الجزئي. ولذلك فإن ميزان الأكسجين في متفجرات الاحتراق الكلي (مثال ثنائي نيتروجليكول) تساوي صفراً، ويكون موجباً في المتفجرات التي فيها وفرة في الأكسجين (مثال النيتروجليسرين)، ويكون سالباً في المتفجرات التي فيها نقص في الأكسجين (مثال TNT).

قائمة بأسماء مواد غنية بالأكسجين:

كلورات البوتاسيوم، برمنجنات البوتاسيوم، نترات اليوريا، نترات الرصاص، نترات الأمونيوم، كلورات الصوديوم، نترات البوتاسيوم، نترات الصوديوم، نتريت البوتاسيوم، نتريت الصوديوم، نترات الباريوم، نترات الكروم، نترات الكوبلت.

Table 24. Oxygen balance of explosives and explosive components.

Material	Available O_2, %	Material	Available O_2, %
aluminum	– 89.0	ammonium chloride	– 44.9
ammonium nitrate	+ 20.0	ammonium perchlorate	+ 34.0
ammonium picrate	– 52.0	barium nitrate	+ 30.6
dinitrobenzene	– 95.3	dinitrotoluene	–114.4
wood meal, purified	–137.0	potassium chlorate	+ 39.2
potassium nitrate	+ 39.6	carbon	–266.7
sodium chlorate	+ 45.0	sodium nitrate	+ 47.0
nitroglycerine	+ 3.5	nitroguanidine	– 30.8
nitrocellulose (guncotton)	– 28.6	nitrocellulose (soluble guncotton)	– 38.7
picric acid	– 45.4	sulfur	–100.0
Tetryl	– 47.4	trinitroresorcinol	– 35.9
TNT	– 74.0		

أهم أربع ذرات في حساب ميزان الأكسجين هم: الكربون C والهيدروجين H والنيتروجين N والأكسجين O.

$$\text{ميزان الأكسجين \%} = \frac{\text{وزن ذرة الأكسجين}}{\text{الوزن الذري للمادة المتفجرة}} X ١٠٠ (\frac{H}{2} - 2C - O)$$

Table 2.1 Atomic Weights for Elements in CHNO Explosives

Chemical Element	Atomic Weight
Carbon	12.010
Hydrogen	1.008
Nitrogen	14.008
Oxygen	16.000

سوف نقوم بحساب ميزان الأكسجين للمواد التالية:

١ - نيتروجليكول Nitroglycol ($C_2H_4N_2O_6$):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة النيتروجليكول

C = ٢ X ١٢ = ٢٤

H = ٤ X ١ = ٤

N = ٢ X ١٤ = ٢٨

O = ٦ X ١٦ = ٩٦

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي ٢٤ + ٤ + ٢٨ + ٩٦ = ١٥٢

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % = $\frac{16}{152}$ X ١٠٠ (٦ – ٢ X ٢ - $\frac{4}{2}$) = ٠ %.

٢ - نيتروجليسرين Nitroglycerine ($C_3H_5N_3O_9$):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة النيتروجليسرين:

C = ٣ X ١٢ = ٣٦

H = ٥ X ١ = ٥

N = ٣ X ١٤ = ٤٢

O = ٩ X ١٦ = ١٤٤

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي ٣٦ + ٥ + ٤٢ + ١٤٤ = ٢٢٧

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % = $\frac{16}{227}$ X ١٠٠ (9 – 3 X ٢ - $\frac{5}{2}$) = ٣,٥ %.

٣- RDX ($C_3H_6N_6O_6$):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة RDX:

C = ٣ X ١٢ = ٣٦

H = ٦ X ١ = ٦

N = ٦ X ١٤ = ٨٤

O = ٦ X ١٦ = ٩٦

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي ٣٦ + ٦ + ٨٤ + ٩٦ = ٢٢٢

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % = $\frac{16}{222}$ X ١٠٠ (6 – 3 X ٢ - $\frac{6}{2}$) = -21.6 %.

٤ - TNT ($C_7H_5N_3O_6$):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة TNT:

C = ٧ X ١٢ = ٨٤
H = ٥ X ١ = ٥
N = ٣ X ١٤ = ٤٢
O = ٦ X ١٦ = ٩٦

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي ٨٤ + ٥ + ٤٢ + ٩٦ = ٢٢٧

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % = $\frac{16}{227}$ X ١٠٠ (6 – 7 X ٢ - $\frac{5}{2}$) = 74- %.

٥- فلمنات الزئبق Mercuric Fulminate ($(CNO)_2$ Hg):

في البداية سوف نقوم بحساب الوزن الجزيئي لمادة فلمنات الزئبق:

C = ٢ X ١٢ = ٢٤
H = ٠ X ١ = ٠
N = ٢ X ١٤ = ٢٨
O = ٢ X ١٦ = ٣٢
Hg = ١ X ٢٠٠,٥ = ٢٠٠,٥

إذا المجموع الجزيئي للمادة المتفجرة يساوي ٢٤ + ٢٨ + ٣٢ + ٢٠٠,٥ = ٢٨٤,٥

والآن نقوم بتطبيق القانون: ميزان الأكسجين % = $\frac{16}{284.5}$ X ١٠٠ (2 – 2 X ٢ - $\frac{0}{2}$) = 11.2- %.

أسماء وخصائص المواد المتفجرة

خصائص المتفجرات:

إن دراسة خصائص المتفجرات مهم جداً لنتعرف على نوع المادة المتفجرة التي لدينا والخصائص التي سوف نتطرق إليها وهي نوعان:

١. الخصائص الفيزيائية.
٢. الخصائص الكيميائية.

أولاً: الخصائص الفيزيائية:

هي الخصائص التي تتعلق بالصفات الطبيعية للمادة وهي كثيرة وسوف ندرس منها ما يمكن أن نستفيد منه ضمن إمكانياتنا المتاحة وهي:

١. **اللون:** هو عنصر أساسي في تحديد المادة المتفجرة.
٢. **الكثافة g/cm^3:** يمكن اللجوء لهذه الخاصية للتفريق بين نوعين من المادة المتفجرة لها نفس اللون، ويتم حسابها بقسمة الوزن على الحجم للمادة المتفجرة.
٣. **الانصهار:** وهي درجة الحرارة التي يتم فيها انصهار مادة متفجرة وتحولها من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة لكي يتم صناعة الأشكال التي نريدها.
٤. **الحساسية للاحتكاك:** وهي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الاحتكاك بمادة أكثر صلابة وخشونة التي قد تسبب الانفجار.
٥. **الحساسية للصدمة:** هي مدى قدرة مادة متفجرة ما على مقاومة الصدمة التي تنتج من جسم آخر أو انفجار قريب منها.
٦. **درجة حرارة الانفجار:** هي درجة الحرارة التي إذا تعرضت إليها مادة متفجرة ما فإنها تنفجر ولكل مادة متفجرة درجة حرارة انفجار يجب معرفتها والحذر منها.
٧. **الحرارة الناتجة عن الانفجار:** هي درجة حرارة الناتجة من انفجار مادة متفجرة ما وهي قد تصل في بعض المواد إلى ٤٠٠٠ درجة مئوية.
٨. **سرعة الانفجار:** هي السرعة التي تنتقل بها موجة الانفجار داخل جزيئات المادة وتتراوح عادة من ١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ م/ث وذلك في المتفجرات عالية القوة أما في المتفجرات ضعيفة القوة (المواد المشتعلة) فتتراوح عادة من ٤٠٠ – ١٠٠٠ متر في الثانية.

ثانياً: الخصائص الكيميائية:

١. **الذوبان في الماء:** بعض المتفجرات تذوب في الماء بشراهة لذلك تجد أن العبوة التي تحتوي على هذه المواد تتعرض للتلف في حال إهمالها، كما أنه يوجد متفجرات تعمل تحت الماء دون أن تتأثر بالوسط المحيط.
لذلك يجب معرفة المتفجرات المحبة للماء والمتفجرات الكارهة للماء للاحتياط في عملية التخزين وعملية الاستخدام.

٢. **الذوبان في المذيبات العضوية:** حيث أن بعض المتفجرات تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون، التنر، البنزين، وغيرها من المذيبات الشائعة.

٣. **سرعة الاشتعال ولون الغاز المتصاعد:** وهي تعطي انطباع عن كمية الشوائب الموجودة بها وكمية الأكسجين في المادة المتفجرة.

سؤال مهم:

ما هو الفرق بين المواد المحرضة والقاصمة؟

الفرق هو أن المادة المحرضة تتأثر بالحرارة وتتصعق، حيث أن نقطة الانفجار الحرجة لها صغيرة وأما الثانية فلا تتأثر بالحرارة البسيطة وإنما تحتاج صعقة قوية لأن نقطة الانفجار الحرجة لها كبيرة (إذا أردنا التأثير عليها بالحرارة لتتصعق).

أسماء وخصائص المتفجرات البادئة Primary Explosive

هي متفجرات محرضة وظيفتها تحريض غيرها من المتفجرات وهي أكثر المواد حساسية وهي حساسة للصدم Impact والاحتكاك Friction والحرارة Heat وشرارة الكهرباء Static Electricity والإشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic Radiation، وتستخدم في صناعة الصواعق كبادئ للعملية الانفجارية ولها قابلية للاشتعال من خلال اتصال مباشر مع شرارة كهربية وسرعتها الموجية منخفضة إذا ما قورنت بالمواد المتفجرة الخاملة والنصف حساسة، بعد محاولات البحث العديدة في العلاقة الكائنة بين البنية الجزيئية للمادة وخواصها اتضح أن المحرضات أو البوادئ هي المتفجرات الوحيدة التي تتمتع بعلاقة واضحة بين الصفة الانفجارية والبنية وعليها أن تتصف بالشرطين التاليين:

١- أن تتمتع بحساسية شديدة تجعلها تشتعل مدوية عندما تمس لهباً أو مادة متقدة أو عندما تتلقى صدمة أو احتكاكاً معتدلين.

٢- أن تكون صالحة لنقل الانفجار إلى المتفجرات الأخرى التي هي على تماس معها.

ويتطلب الشرط الأول استقراراً كيميائياً ضعيفاً والسبب في ذلك هو أن جزيئات هذه البوادئ جزيئات خطية متطاولة جداً، يضاف إلى هذا احتوائها على معادن ثقيلة تعمل فيها كعمل ثقل إضافي غير عادي في وسط الجزيء المتفجر، إن وجود المعدن الثقيل يساهم في عدم الاستقرار الجزيئي وكأنه ثقل إضافي كذلك يقوم أيضاً بنقل الانفجار إلى المتفجرات الأخرى من خلال صدمها بحكم أنه معدن ثقيل وكثافته عاليه.

ومن الأمثلة عليها:

بروكسيد الهيكسامين Hexamine Peroxide، أسيتيليد النحاس Copper(I) Acetylide، أزيد الفضة Silver Azide، برمنجنات الأمونيوم Ammonium Permanganate، تيترازول Tetrazole، بكرات الرصاص Lead Picrate، آزو-كلاثريت Azo-Clathrates، ستيفنات الرصاص Lead Styphnate، فلمنات الفضة Silver Fulminate، دي أزيد نيترو فينول Diazodinitrophenol، أسيتيليد الفضة Silver Acetylide، ثلاثي أيودين النيتروجين Nitrogen Triiodide، تيتاسين Tetacene، هيكسا ميثيلين تري بيروكسيد دي أمين Hexamethylene Triperoxide Diamine، معقد نحاس تيترا أمين Tetraamine Copper Complexes، ثلاثي كلوريد النيتروجين Nitrogen Trichloride، فلمنات الزئبق Mercuric Fulminate، أزيد الرصاص Lead Azid، بروكسيد الأسيتون Aceton Peroxide.

هيمنت فلمنات الزئبق كمادة بادئة لغاية الحرب العالمية الثانية على الرغم من ظهور أزيد الرصاص في الحرب العالمية الأولى.



الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للصدمة
من خلال إسقاط وزن محدد



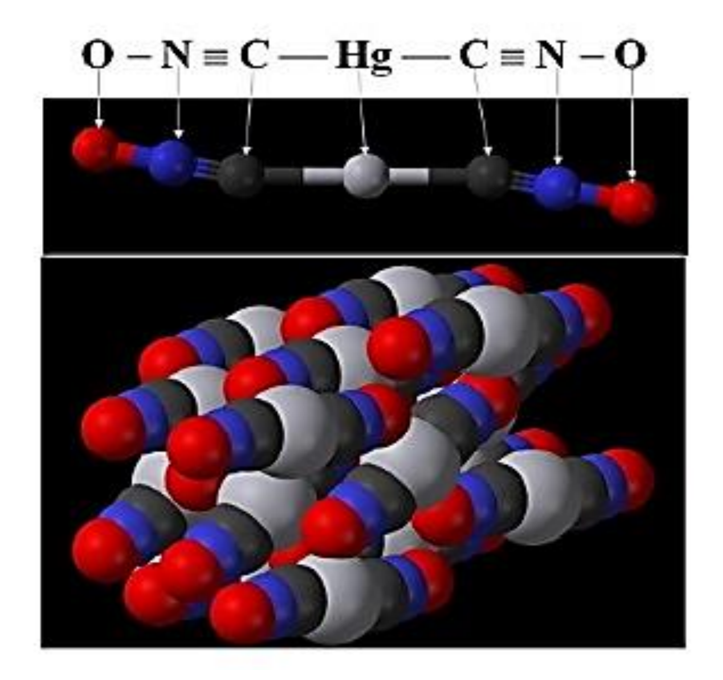
الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للاحتكاك



الجهاز الذي يختبر حساسية المادة للشحنة الكهربائية

فلمنات الزئبق Mercury Fulminate

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $(CNO)_2Hg$.
* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 284.62 g/mol.
* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



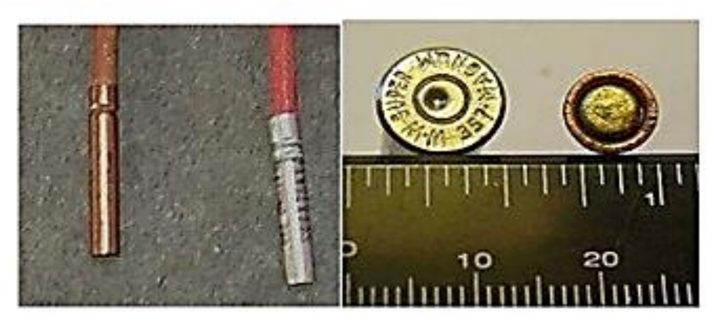
* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة حساسة جداً للاحتكاك والصدمة والكهرباء وهي تتأثر بالرطوبة فتنخفض قدرتها على الانفجار، فعند نسبة رطوبة ١٠% تشتعل ولا تنفجر، وعند نسبة ٣٠% لا تشتعل ولا تنفجر ويضاف إليها الماء لتقليل أخطار تداولها وتخزينها، ويرمز إليها ب Mercury Fulminate (MF)، وتسمى أيضاً سيانات الزئبق Mercuric Cyanate.





* **تاريخها History:** اكتشف الزئبق المتفجر (فلمنات الزئبق) عام ١٧٨٨ على يد الفرنسي الكيميائي بيرثوليت "Bertholet"، وفي عام ١٨٦٤ اخترع ألفريد نوبل الصاعق المعدني واستخدم فيه فلمنات الزئبق Mercuric Fulminate كبادئ للانفجار بدلا من البارود الأسود.

* **استخدامها Uses:** تستخدم في صناعة الصواعق Blasting Caps والكبسولات Percussion Caps لمختلف أنواع الذخائر.



* **لونها Color:** لها عدة ألوان أبيض وبني فاتح ورمادي وأنقاها الرمادي، والأبيض أكثرها حساسية، كل حسب طريقة التحضير وكمية الشوائب الموجودة في المواد المحضرة.

* **كثافتها Density:** 4.43 جم/سم^٣ g/cm^3.

* **ضغط الفلمنات:** إذا ضغطت الفلمنات ضغطاً شديداً أصبحت غير حساسة كما هو الحال في معظم المتفجرات، وإذا ما زاد الضغط عن ٤٠٠ كجم/سم^٢ أصبح من الصعب جداً جعلها تشتعل مدوية بالصدم والحرق.

* **درجة انصهارها Melting Point:** تنفجر عند درجة انصهارها.

* **درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point or Limit:** وهي جافة تساوي من ١٧٠-١٨٠م وهي تنفجر مدوية عندما تمس جسماً متقداً، أو تعاني طرقاً أو احتكاكاً والبلورات الضخمة أكثر حساسية من الدقيقة.

* **الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion:** 415 kcal/kg.

* **الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion:** ٣٥٣٠ درجة مئوية.

* **الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases:** تم تقدير حجم الغازات المنطلقة نتيجة لانفجار كيلو جرام من الفلمنات فكانت تساوي ٣١٤ لتر من الغازات، معظمها من غاز CO.

* **سرعتها الانفجارية Detonation Velocity:** تتراوح سرعة الانفجار للفلمنات بين ٤٣٠٠ – ٤٥٠٠ م/ث. وعند عمل خليط من الفلمنات مع كلورات البوتاسيوم بنسبه ١٥: ٨٥ وكثافة ٣,١٦جم/سم^٣ فإن هذا الخليط ينفجر بمعدل سرعة انفجار ٤٠٩٠ م/ث.

* **قوة الانفجار Power:** قوتها ٠,٥ بالمقارنة مع TNT.

* **شراسة المادة Brisance:** ٠,٣ بالمقارنة مع شراسة TNT.

* **الحساسية Sensitivity**: وهي جافة تعتبر حساسة جداً للصدمة والاحتكاك ويمكن أن تنفجر بأي شرارة أو لهب وهي حساسة للصدمة أكثر من أزيد الرصاص.

* **القطر الحرج Critical Diameter**: تنفجر ولو كانت غبار.

* **الثبات الكيميائي Stability**: تعتبر الفلمنات من المواد الثابتة القوية حيث من الممكن أن تخزن في درجة حرارة من ٥٠ – ٦٠م لمدة ستة أشهر في جو خال من الرطوبة وتفقد خلال هذه المدة ٣٦% من وزنها فقط.

* **الذائبية Solubility**: عديمة الذوبان في الماء البارد وتذوب بعض الشيء في الماء المغلي (٨جم/١٠٠مل) لكنها تذوب في الإيثانول وهيدروكسيد الأمونيوم.

* **مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance**: تعتبر مستقرة فيما يخص الحرارة لأنها تتحمل درجة حرارة ١٦٠ درجة مئوية.

* **تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure**: فلمنات الزئبق حساسة لضوء الشمس والبلورات البيضاء أكثر حساسية من الرمادية وعند التعرض لضوء الشمس لمدة ٣٢٠ ساعة تتصاعد منها كمية من الغازات (تتصاعد من الفلمنات البيضاء غازات أكثر من الفلمنات الرمادية) ومن الممكن أن تسبب هذه الأشعة حدوث انفجار للفلمنات إذا سقطت عليها بشدة كما أن الأشعة فوق البنفسجية تسبب تحللاً جزئياً مع تصاعد غازي النيتروجين وأول أكسيد الكربون.

* **التفاعل مع المعادن Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع معدن النحاس الجاف لذلك تصنع صواعقها منه لكنها عندما تكون رطبة فأنها تتفكك ببطء عند تماسها للمعادن المؤكسدة وخاصة النحاس إذ يحل النحاس محل الزئبق مشكلاً فلمنات النحاس الأقل حساسية بكثير تجاه الصدم وهذا يشرح سبب عطل كثير من القذائف الرطبة والقديمة، بينما تتفاعل مع معدن الألمنيوم لتكون مركبات غير قابلة للانفجار (AL_2O_3).

* **التبخر Volatility**: قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها أو انفجارها.

* **النقل والتخزين Transport and Storage**: تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء، لا تحتفظ بالفلمنات إذا كانت رطبة في وعاء نحاس حتى لا تتحول إلى فلمنات النحاس وتتلف.

* **السمية Toxicity**: سامة مثل جميع أملاح الزئبق ولذلك نجد عليها هذا الرمزين.



• معادلة انفجارها Explosion Equation:

$$(CNO)_2 Hg \longrightarrow 2 CO + N_2 + Hg$$

• **ميزان الأكسجين Oxygen Balance**: عندها نقص في الأكسجين يقدر ب ١١.٢% ودليل ذلك خروج كمية كبيرة من غاز أول أكسيد الكربون في نواتج الانفجار.

• **المواد التي تدخل في تحضيرها**: الزئبق Mercury، كحول الإيثيل Ethyl Alcohol، حمض النيتريك Nitric Acid، ويمكن استخدام حمض الهيدروكلوريك مع العلم بهذه الطريقة تظهر الفلمنات بيضاء اللون، وجد أن ١جم من الزئبق ينتج من ١.٢٥ - ١.٥ جم من فلمنات الزئبق.

• **خلطاتها**: يمكن خلطها ب ٢٠% من مادة كلورات البوتاسيوم Potassium Chlorate و ٨٠% فلمنات الزئبق.

• **انحلالها أو تخريبها**: تنحل بسهولة في القلويات القوية مثل الصودا الكاوية (NaOH) وتنحل كذلك مع الانيلين مكونة ثنائي فنيل جوانيدين + معدن الزئبق، وتتميز بداية تفكك الفلمنات بانفصال الزئبق على شكل قطيرات دقيقة سهلة الملاحظة بالمجهر ، وفي هذه الحالة تكون خطرة ويجب تخريبها بغطسها في محلول مركز من الصودا الكاوية.



فلمنات الزئبق النقية

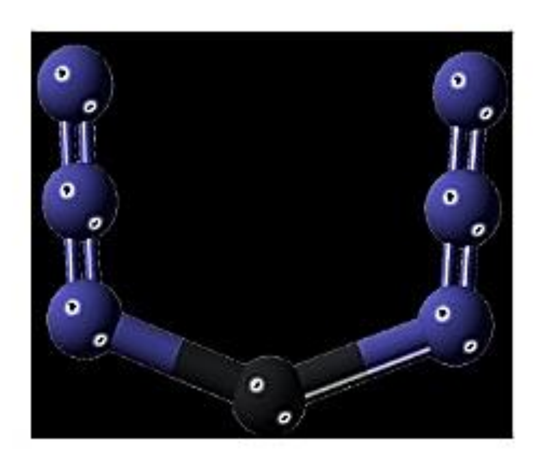
ملاحظة: في الوقت الحالي فلمنات الزئبق تم استبدالها بمواد متفجرة أقل سمية وأكثر استقراراً لوقت أطول مثل أزيد الرصاص Lead Azide وستيفنات الرصاص Lead Styphnate ومشتقات التيترازين Tetrazene Derivatives.

فلمنات الفضة

- الرمز الكيميائي
- الوزن الجزيئي
- تعريفها والاسماء الاخرى
- تاريخها
- استخدامها
- لونها
- كثافتها
- درجة الانصهار
- درجة حرارة الانفجار
- الطاقة الناتجة عن النفجار
- الحرارة الناتجة عن الانفجار
- الغاز الناتج عن النفجار
- سرعتها الانفجارية
- قوتها بالمقارنة مع TNT
- شراسة المادة
- الحساسية
- الثبات الكيميائي
- الذائبية
- مقاومة الحرارة والبرودة
- تاثير الضوء واشعة الشمس
- التفاعل مع المعادن
- التبخر
- النقل والتخزين
- السمية
- معادلة النفجار
- ميزان الاوكسجين
- المواد الداخلة في تحضيرها
- تخريبها او انحلالها
- خلائطها مع المواد

أزيد الرصاص Lead Azide

* **الرمز الكيميائي Molecular Formula:** $Pb(N_3)_2$
* **الوزن الجزيئي Molecular Weight:** 291.24 g/mol
* **التركيب الكيميائي Chemical Structure:**





* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة متفجرة غير عضوية، وهي أقدر على الصعق من الفلمنات لذلك إذا استخدمت في الصواعق تكون بكميات أقل من الفلمنات، أقل كمية من الفلمنات تصعق TNT هي ٠,٢٤٠ جرام أما الأزيد فيمكن استخدام ٠,١٦٠ جرام، ليس له أسماء أخرى مشهورة مثل أزيد الرصاص.
* **تاريخها History:** أول مرة تم تحضير أزيد الرصاص وأزيد الفضة وأزيد الزئبق كان عام ١٨٩٣م في برلين، لكن حدثت الكثير من الإنفجارات مما أخر استخدام الأزيد، عام ١٩٠٩ تم استخدام الأزيد في صناعة الكبسولات وفي عام ١٩١٤م تم استخدامه في صناعة الصواعق في ألمانيا بعدما تم خلطه مع الدكسترين التي تخفف من حساسيته.
* **استخدامها Uses:** تستخدم كمادة بادئة في الصواعق والكبسولات، وهي تعد من أهم المواد المتفجرة الأولية لأنها الأكثر استخداماً في العالم.
* **لونها Color:** بلورات أزيد الرصاص بيضاء اللون.
* **كثافتها Density:** (4.71) جم/سم^3.
* **درجة انصهارها Melting Point:** ٣٥٠ درجة مئوية وعندها ينفجر.
* **درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point Or Limit:** هي نفس درجة انصهاره ٣٥٠، ويمكن خفضها إلى ٣٣٦ ْم بإضافة محلول خلات الرصاص.
* **الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion:** 391 kcal/kg.
* **الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion:** ٣٧٢٠ درجة مئوية.
* **الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases:** ٢٣١ لتر / كيلو جرام.
* **سرعتها الانفجارية Detonation Velocity:** ٥٣٠٠ م/ث وهي السرعة القصوى.

* قوة الانفجار Power: قوتها ٠,٣٧ بالمقارنة مع TNT.
* شراسة المادة Brisance: ٠,٤ بالمقارنة مع شراسة TNT.
* الحساسية Sensitivity: أقل حساسية للاحتكاك والصدمة والحرارة من الفلمنات لكن عند وضع أحجار رملية أو زجاج مطحون مع الأزيد تكون حساسيته للصدم أكبر من الفلمنات والجزيئات الكبيرة أكثر حساسية.
* القطر الحرج Critical Diameter: تنفجر ولو كانت غبار.
* الثبات الكيميائي Stability: تعتبر مادة مستقرة أكثر من الفلمنات نظراً لعدم امتصاص الرطوبة وتحملها لدرجات الحرارة العالية.
* الذائبية Solubility: عديم الذوبان في الماء البارد ويذوب في الماء المغلي بنسبة بسيطة ٠,٥ غم/ لتر ويذوب في خلات الأمونيوم وخلات الصوديوم وليس جذوباً للرطوبة ويشتعل مدوياً حتى ولو كان فيه ٥٠% من الماء واذا أصبح أكثر رطوبة غدا أقل حساسية بكثير من الفلمنات ولذلك عند تخزينه بكميات كبيرة يحفظ تحت الماء أو في آنية مصنوعة من معدني الألمنيوم أو الزنك وفي درجة حرارة ما بين ٥-25°م.
* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: هي مادة مقاومة للحرارة ولذلك تعتبر من المتفجرات المقاومة الحرارة والتي تستخدم استخدامات خاصة مثل سفن الفضاء.

---

* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: يتأثر أزيد الرصاص بالضوء فيترسب الرصاص على بلوراته فيتغير لونها من الأبيض إلى الرمادي الذي تختلف شدته باختلاف مدة تعرضه للضوء ومدى شدته واذا تعرض الأزيد إلى أشعة الشمس أو أشعة الضوء ما فوق البنفسجي تعرضاً طويلاً جداً فإن ذلك يؤدي إلى انفجاره.
* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: تصنع صواعقه من الألمنيوم أو الزنك لأنه لا يتفاعل معهما.
* التبخر Volatility: قليلة التبخر في الهواء نظراً لكثافتها العالية وارتفاع درجة انصهارها أو انفجارها.
* النقل والتخزين Transport and Storage: تنقل وتخزن وهي تحت الماء في أواني زجاجية أو بلاستيكية مغلقة وعند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها في إناء مسطح بلاستيكي في جو الغرفة وبدون تعرضها للضوء.
* السمية Toxicity: التعرض المستمر له يسبب تهيج حاد في العيون وتهيج في الجهاز التنفسي، لكن ابتلاعها قد يسبب القتل، الأعراض الرئيسية للتسمم بأزيد الرصاص انخفاض ضغط الدم وفقر الدم واضطرابات النوم، والتعب والشلل.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:

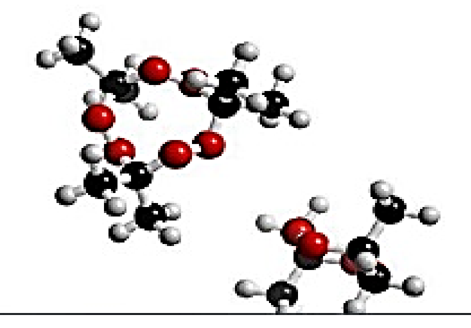
$$Pb(N_3)_2 \longrightarrow Pb\square + 3\ N_2$$

* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: لا يحتوي في تركيبه على ذرة الأكسجين.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** أزيد الصوديوم ونترات الرصاص على هيئة محلول.
* **خلطاتها:** يمكن خلطه مع مادة الدكسترين النشوية Dextrin، وعند خلطه بمادة بمحلول ٠،٥% ستيرات الكالسيوم Calcium Stearate يحدث انفجار مباشرة.
* **انحلالها أو تخريبها:** يمكن تخريبه بغطس الأشياء المحتوية عليه في محلول مركز من خلات الصوديوم أو خلات الأمونيوم.

بروكسيد الأسيتون Acetone Peroxide

* **الرمز الكيميائي Molecular Formula:** $C_9H_{18}O_6$ (Trimer) أو $C_6H_{12}O_4$ (Dimer).
* **الوزن الجزيئي Molecular Weight:**
  - 222.24 g/mol (Trimer)
  - 148.157g/mol (Dimer)
* **التركيب الكيميائي Chemical Structure:**



* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة متفجرة حساسة عضوية وتسمى أيضاً Triacetone Triperoxide (TATP), أو تري سيكلو أسيتون بيروكسيد Tricycloacetone Peroxide ويطلق عليها المجاهدون في غزة والضفة الغربية أم العبد أما في ساحات جهادية أخرى تسمى أم الشيطان، يمكن أن تنفجر بواسطة الاحتكاك والصدم والحرارة أو نقطة صغيرة من حمض الكبريتيك، **لا تحتوي في تركيبها على ذرة النيتروجين.**
* **تاريخها History:** تم اكتشافها على يد الألماني الكيميائي ريتشارد Richard عام ١٨٩٥م.
* **استخدامها Uses:** لا تستخدم إلا كمادة بادئة في الصواعق (إذا لم يتوفر غيرها) نظراً لسهولة الحصول على المواد الأولية اللازمة لتصنيعها ولرخص هذه المواد.
* **لونها Color:** عبارة عن بلورات بيضاء اللون.
* **كثافتها Density:** 1,22 g/cm.
* **درجة انصهارها Melting Point:** 91 °C, 364 K, 196 °F.
* **درجة غليانها Boiling Point:** 97-130 °C.
* **درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point or Limit:** 130 °C.

* الطاقة الصاعدة من الانفجار Heat Of Explosion: 346 kcal/kg.
* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ١٧٢٥ درجة مئوية.
* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٢٥١ لتر / كيلو جرام.
* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity:
  - 3750m/s at 0.92 g/cm.
  - 5300m/s at 1.22 g/cm.
* قوة الانفجار Power: ٠,٣٣ بالمقارنة مع قوة TNT.
* شراسة المادة Brisance: ٠,٦ بالمقارنة مع شراسة TNT.
* الحساسية Sensitivity: هي أكثر حساسية من أزيد الرصاص وفلمنات الزئبق، وهي أكثر حساسية من النيتروجليسرين بعشرة أضعاف ولذلك هي أكثر مادة حساسة للحرارة عرفتها البشرية.
* القطر الحرج Critical Diameter: تنفجر ولو كانت غبار.
* الثبات الكيميائي Stability: المركب الكيميائي غير مستقر لأن بلوراته كبيرة الحجم لذلك يمكن أن تنفجر بأقل محرض ولذلك لا ينصح بتاتاً باستخدامها، الجزيء الثلاثي مستقر أكثر من الجزيء الثنائي.
* الذائبية Solubility: لا تذوب في الماء لكنها تذوب في الأسيتون.



* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: حساسة جداً للحرارة.
* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.
* التبخر Volatility: قابلة للتطاير في درجة حرارة الغرفة العادية والتحول إلى غاز لذلك تحفظ تحت الماء في أوعية بلاستيكية محكمة الإغلاق حيث وجد أنها تفقد نصف وزنها بعد مرور 10 أيام من تعرضها للهواء الجوي وهذا عيب كبير بالإضافة إلى حساسيتها المفرطة.
* النقل والتخزين Transport and Storage: تخزن وتنقل باستمرار تحت الماء البارد بدرجة حرارة لا تزيد بأي حال من الأحوال عن ١٠ درجات مئوية، مع العلم عند استخدامها فقط يتم تبخير الماء عنها ببطء حتى لا يتم رفع درجة الحرارة.
* السمية Toxicity: لا يوجد دراسات تؤكد سمية بيروكسيد الأسيتون.



* **معادلة انفجارها Explosion Equation:**

$$2C_9H_{18}O_6 + 21O_2 \rightarrow 18H_2O + 18CO_2$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** فقيرة جداً حيث يبلغ نقص الأكسجين فيها ١٥١%.
* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide والأسيتون Acetone، ويمكن تحضيره بطريقة ثانية وعندها يدخل في تحضيره حمض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid بتركيز ٣٠% وبيروكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide، المادة المحضرة بالطريقة الثانية أكثر استقراراً.
* **خلطاتها:** يمكن خلطها مع نترات الأمونيوم كالتالي:

٩٠% نترات أمونيوم + ١٠% بيروكسيد الأسيتون.

٧٥% نترات أمونيوم + ٢٥% بيروكسيد الأسيتون.

كذلك يمكن خلطها مع حمض البكريك TNT, RDX, Picric Acid والتيترايل، بنسبة ٤٠% من أي مادة من المواد السابقة و ٦٠% من مادة بيروكسيد الأسيتون.

بروكسيد الهكسامين

- **الرمز الكيميائي**: C6 H12 O6 N2
- عبارة عن بلورات بيضاء كثافتها ١،٥٧جرام/ سم٣
- لا تذوب في الماء ولا في معظم المذيبات العضوية وتحفظ في غرفة باردة وجافة في درجة الحرارة العادية .
- تتبخر عند درجة ٤٠ فما فوق وبهذا هو أفضل من بروكسيد الأسيتون كما انه يبدأ بالتحلل عند درجة ٧٥ م يتحلل كليا بعد مرور ٢٤ ساعة من التسخين وعند غليانه في الماء يتحلل مطلقا غاز الأكسجين
- **سرعتها الانفجارية**: ٤٥١٠ م / ث
- تتفجر عند درجة ٢٠٠ مئوية وهو اقل حساسية للصدم من الفلمنات واشد قوه منها .
- هي الأفضل عملياً لصناعة الصواعق.

أسماء وخصائص المتفجرات المنشطة أو المضخمة

هي مواد متفجرة لها سرعة انفجارية عالية وقوة تدميرية عالية وحساسيتها متوسطة، لذا فهي تستخدم كمنشط لتضخيم الموجة الانفجارية من المتفجرات الأولية إلى المتفجرات الثانوية الأقل حساسية لذا فهي تسمى بوستر Booster، ومن أمثلة هذه المواد:

- حمض البكريك Picric Acid.
- التيترايل Tetryl.
- الهيكسوجين (RDX).
- الأوكتوجين (H.M.X).
- CL-20 (HNIW).
- البيتان PETN.
- أوكتا نيترو كيبان Octanitrocubane.
- هيبتا نيترو كيبان Heptanitrocubane (HNC).
- هيكسا نيترو بينزين Hexanitrobenzene (HNB).
- إريثريتول تيترا نيتريت Erythritol Tetranitrate.
- هيكسا نيترو إيثان Hexanitroethane.
- HBT (explosive).

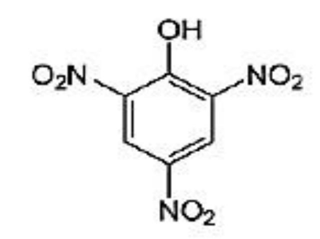


بوستر من خلطة البنتولايت يوضع في المواد المتفجرة

حمض البكريك Picric Acid

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_6 H_2 OH (NO_2)_3$ أو $C_6H_3N_3O_7$.
* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 229.10 g/mol.
* التركيب الكيميائي Chemical Structure:





* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هو مادة متفجرة عضوية، وتسمى 2,4,6-Trinitrophenol (TNP) ويسمى حمض المر لأن طعمه مر وأصل تسميته بحمض المر من كلمة إغريقية، وله اسم فرنسي **Melinite D**، وله اسم بريطاني **Lyddite** وله اسم ألماني Perlit.
* **تاريخها History:** ففي عام ١٨٧٣ نجح الألماني الكيميائي هيرمان سبرينغل Hermann Sprengel في تفجير حمض البكريك أو ثالث نيتروفينول Picric Acid or Tri Nitro Phenol (TNP) مع العلم كان حمض البكريك يستخدم من قبل كمادة ملونة صفراء لصبغ الصوف والحرير، ولم يستخدم حمض البكريك في الاستخدامات العسكرية إلا عام ١٨٩٤م على يد روسيا.
* **استخدامها Uses:** يستخدم في تعبئة القذائف العسكرية Shells ويستخدم في الأمور المدنية مثل تحضير أملاح البكرات ويستخدم في الصباغة وخصوصاً صباغة الجلود والملابس، ويستخدم في الصيدليات كمطهر وفي علاج الحروق والملاريا وجدري الجلد وبعض الأمراض الجلدية الأخرى، يستخدم بتركيز ٠.٠٤% في صناعة دواء ضد حمي التيفود ويدخل في صناعة المراهم الجلدية المضادة للحروق.
* **لونها Color:** بلوراته صفراء اللون.
* **كثافتها Density:** 1.763 g/cm³ عندما يكون مصبوب صب.



* درجة انصهارها Melting Point: 122.5 °C.

* درجة غليانها Boiling Point: تقريباً 300 °C وعندها ينفجر.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point or Limit: عند نقائه ٣٠٠ درجة مئوية، وعند إضافة الكبريت تنخفض درجة انفجاره (يصبح أشد حساسية).

* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: تساوي 822 kcal/kg.

* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٢٤٣٩ درجة مئوية.

* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٨٢٦ لتر / كيلو جرام.

* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: 7,350 متر/ثانية عند كثافة الصب.

* قوة الانفجار Power: ١,١٩ بالمقارنة مع قوة TNT.

* شراسة المادة Brisance: ١,٠١ بالمقارنة مع شراسة TNT.

* الحساسية Sensitivity: أعلى حساسية للصدم والاحتكاك والحرارة والانشطار من التترايل وينفجر بتأثير طلقة نارية.

* القطر الحرج Critical Diameter: ٦ ملم.

* الثبات الكيميائي Stability: احتياطات السلامة الحديثة تفضل تخزين حمض البكريك في حالة رطبة لأن الحمض نسبياً حساس للصدمة والاحتكاك.

* الذائبية Solubility: عديمة الذوبان في الماء البارد وتزداد الذائبية كلما زادت درجة الحرارة حيث يذوب ١٤ جرام/لتر ماء ساخن، ويذوب كذلك في المذيبات العضوية وأكثرها إذابة له الأسيتون ثم الكحول الإثيلي ثم الكحول الميثيلي.

* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومته للحرارة معتدله لكن لا يفضل استخدامه في الأعمال التي فيها حرارة عاليه.

* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: إذا تعرض للضوء أو أشعة الشمس لمدة عدة شهور لا يحدث له تغيير.

* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: القذائف التي عبأت بحمض البكريك أصبحت غير مستقرة لأن حمض البكريك قوي ويتفاعل مع المعادن ويكون بكراتها وأخطرها بكرات الرصاص والتي تستخدم في الصواعق كمادة بادئة لأنها حساسة.

* التبخر Volatility: يعتبر مادة خطيرة لأنه متطاير حتى في درجة حرارة الغرفة.

* النقل والتخزين Transport and Storage: يتم نقله وتخزينه في صناديق من الخشب أو الزجاج والقصدير ويمكن تخزينه في أحواض أسمنتية أو حجرية أو طوبية، وذلك لأن حمض البكريك يتفاعل مع معظم المعادن ما عدا الزنك وينتج بكراتها الشديدة الحساسية كما تستخدم ببكرات الرصاص كمادة محرضة في الصواعق، يمكن صهر وصب حمض البكريك في قوالب.

* **السمية Toxicity:** يعتبر من المواد السامة شديدة السمية، عند أخذ جرعة من ١-٢ جرام عن طريق الفم تعتبر قاتلة، وطعمه مر جداً لذلك يسمى أحياناً بحمض المر وعند لمسه أو استنشاق الأبخرة المتصاعدة منه عند تحضيره بكمية كبيرة يحدث اصفرار في الجلد والأسنان مع ارتخاء العضلات وفقدان السيطرة على الاتزان مع الآم في الرأس وارتفاع في درجة الحرارة لذلك يجب الاحتياط عند تحضيره أو التعامل معه مثل لبس الملابس الواقية والقفازات وغسل الأيدي والوجه والمضمضة قبل الأكل جيداً.



* **معادلة انفجارها Explosion Equation:**

$$16\,C_6H_2(NO_2)_3OH \longrightarrow 32\,CO_2 + 40\,CO + 4CH_4 + 2\,H_2O + 2\,C_2H_2 + 3HCN + 4.5\,H_2 + 21.5\,N_2 + 9C + H_4HCO_3$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** عنده نقص في الأكسجين يقدر ب ٤٥,٤%.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** يدخل في تحضيره الفينول Phenol وحمض النيتريك المركز ٧٠% وحمض الكبريتيك المركز ٩٨%، كل ٢٥ جرام فينول تعطي ٤٠ جرام حمض بكريك.

* **خلطاتها:** يمكن خلط حمض البكريك مع ١٠% شمع و٥% فازلين مع تسخين يضمن تجانس المواد مع بعضها البعض، لكن ضروري لبس قفازات اليد أثناء الخلط، الخليط المتكون يكون بلاستيكي بين درجة حرارة ٠ – ٤٠ درجة مئوية، مع سرعة انفجارية ٧٠٠٠ متر/ ثانية. كذلك يمكن خلط حمض البكريك ب TNT وعندها يسمى الخليط MAT (خليط فرنسي).

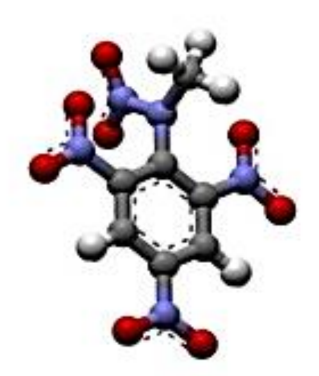
التيترايل Tetryl

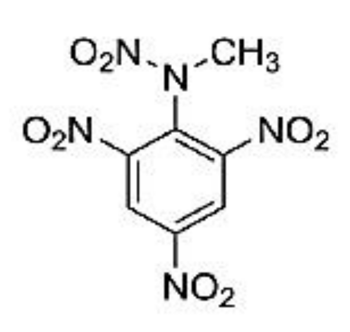
* الرمز الكيميائي Molecular Formula: ($C_7H_5N_5O_8$).

التترايل يشبه TNT من حيث التركيب، والفرق بينهما توجد ذرة نيتروجين ومجموعة نيترايت زيادة في التيترايل.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 287.15 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



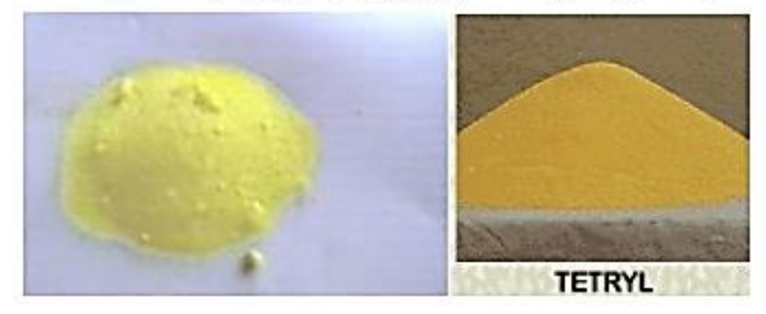


* **تعريفها والأسماء الأخرى:** التيترايل مادة متفجرة نصف حساسة أو مادة متفجرة ثانوية حساسة، وحالياً لا تصنع في الولايات المتحدة وتوجد فقط الألغام المضادة للإفراد القديمة مثلM14 Anti-Personnel Landmine ولمادة التيترايل أسماء عديدة: منها ٢، ٤، ٦ تري نيترو فينيل ميثيل نيترامين 2,4,6-Trinitrophenyl-Methylnitramine ونيترامين Nitramine وبيرونيت Pyronite وبالألماني تسمى تيتراليت Tetralite وبالروسي تسمى تيتريل Tetril وفي إنجلترا باسم (Composition Exploding)، وتعتبر مادة من مشتقات البنزين.

* **تاريخها History:** تم تصنيعها أول مرة عام ١٨٧٧م لكن أول استخدام لها كان في الحرب العالمية الأولى.

* **استخدامها Uses:** تستخدم في قذائف RPG الروسية وفي الألغام المضادة للأفراد، وفي الصواعق وكبوستر في الذخائر.

* **لونها Color:** بلورات صلبة صفراء اللون مائلة للون البرتقالي ليس لها رائحة مميزة.



* **كثافتها Density:** 1.73 g/cm^3.

* **درجة انصهارها Melting Point:** 129.5 °C, 403 K, 265 °F.

* **درجة الغليان Boiling Point:** يتكسر عند درجة مئوية 187 °C.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point Or Limit: ١٨٧م.
* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1140 kcal.
* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٢٩١١ درجة مئوية.
* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٨٦١ لتر / كيلو جرام.
* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: ٧٢١٠–٧٧٠٠م/ث.
* قوة الانفجار Power: ١,٣٧ بالمقارنة مع قوة TNT.
* شراسة المادة Brisance: ١,٢٣ بالمقارنة مع قوة TNT.
* الحساسية Sensitivity: حساسة للصدمة والاحتكاك وإطلاق النار.
* القطر الحرج Critical Diameter: ١٣ ملم.
* الثبات الكيميائي Stability: لا يتحلل في درجة حرارة الغرفة ولمدة عدة سنوات ولا يتفاعل مع المعادن ويبقى مستقر ولو ارتفعت درجة الحرارة قليلاً، لكن ملامسة مادة التيترايل مع المواد المؤكسدة مثل الهيدرازين Hydrazine وثلاثي أكسجين ثنائي فلوريد Trioxygen Difluoride تسبب حريق ومن ثم انفجار مباشر.
* الذائبية Solubility: إلى حد ما لا تذوب في الماء لكنها تذوب في الأستون والبنزين الساخنان.
* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومتها للحرارة معتدلة لكن لا يفضل استخدامها في الأعمال التي فيها حرارة عالية.
* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: أشعة الشمس تعمل على تكسير مادة التيترايل.
* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.
* التبخر Volatility: ممكن أن يتبخر في درجة حرارة الغرفة على هيئة غبار سام.
* النقل والتخزين Transport and Storage: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.
* السمية Toxicity: يعتبر من المواد السامة وكذلك أبخرته لذلك يسبب سعلة وصداع في الرأس وفقد الشهية وتقيأ ونزيف في الأنف، يعتبر غبار التيترايل سام إذا زاد معدل البخر عن ١,٥ مل جرام/متر مكعب.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:

$$2(C_7H_5N_5O_8) \rightarrow CO_2 + 13CO + 4H_2 + 5N_2 + H_2O$$

* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب ٤٧,٤%.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** حمض النيتريك المركز Nitric Acid وحمض الكبريتيك Sulfuric Acid المركز ومادة دي ميثيل أنيلين Dimethylaniline ويمكن تحضيرها بطريقة ثانية تستخدم فيها المواد التالية البنزين Benzene وحمض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid وكحول الميثيل Methyl Alcohol وحمض النيتريك Nitric Acid.

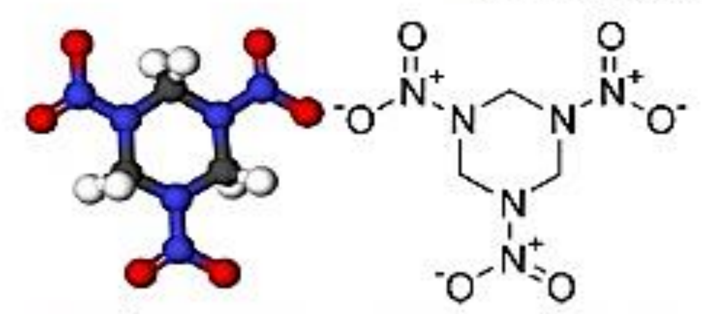
* **خلطاتها:** يمكن خلطه مع TNT بالنسب التالية:

٧٠% تيترايل + ٣٠% TNT ويسمى الخليط حينها تيتريتول Tetrytol، كذلك يمكن خلط التيترايل مع نترات الأمونيوم Ammonium Nitrate وحينها يسمى الخليط Fortex.

* **انحلالها أو تخريبها:** إذا أردنا إفسادها فيمكن أن نضيف إليها مادة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 بتركيز ١٣% أو في خليط ماء مع ميثيل الكحول مع التسخين.

الهكسوجين RDX

- الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_6N_6O_6$
- الوزن الجزيئي Molecular Weight: 222.12 g mol
- التركيب الكيميائي Chemical Structure:



- تعريفها والأسماء الأخرى: تعتبر من أشهر المواد المتفجرة النصف حساسة، وهي المادة الثانية الأكثر استخداما وشهرة بعد TNT في معظم دول العالم، وهي مادة آمنة وغير مكلفة وتصنع منها الولايات المتحدة كميات ضخمة كل عام وصنع منه أول مادة متفجرة بلاستيكية، ولها عدة أسماء، بداية اسم RDX هو اسم بريطاني وهو اختصار إلى (متفجرات التدمير الضخمة Royal Demolition eXplosive) أو اختصار (قسم أبحاث المتفجرات Research Department eXplosive) والاسم العلمي للمادة سيكلو تري ميثيلين تري نيترامين Cyclo Trimethylene Tri Nitramine أو 5,3,1 – تري نيترو– 5,3,1 – تري أزين 1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine، أما الاسم الألماني هو الهكسوجين Hexogen أما الاسم الأمريكي للمادة هو السيكلونيت Cyclonite، وتسمى أيضاً نترات الهكسامين Hexamine Nitrate وكذلك T_4.
- تاريخها History: تم اكتشاف مادة السيكلونيت على يد الألماني جورج فريدرش عام ١٨٩٨م لكنها لم تستخدم إلا في الحرب العالمية الثانية ومن الطرفين ولكن في الغالب على هيئة خليط مع TNT مثل الخلائط المتفجرة: تروبكس Torpex ومركب ب Composition B وسيكلوتول Cyclotols وCH-6، وسبب استخدامه بكميات كبيرة أنه لا يحتاج إلى المواد البترولية مثل البنزين في المواد الخام لتحضيره.
- استخدامها Uses: تستخدم في رؤوس الصواريخ المضادة للدروع وكبوستر في معظم الذخائر وفي الصواعق، وفي حشوة قذائف RPG الصينية وفي الطوربيدات البحرية ويستخدم في سفن الفضاء، ويستخدم بكميات صغيرة في الألعاب النارية، واستخدم كسم للفئران.
- لونها Color: بلورات بيضاء اللون.



- كثافتها Density: حوالي $1.8\ g/cm^3$.
- درجة انصهارها Melting Point: 205.5 °C, 479 K, 402 °F.
- درجة الغليان Boiling Point: 234 °C, 507 K, 453 °F.

* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point Or LIMIT: ٢٩٩° درجة مئوية.
* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1510 kcal/kg.
* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٣٣٨٠ درجة مئوية.
* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٩٠٣ لتر / كيلوجرام.
* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: ٨٧٥٠م/ث.
* قوة الانفجار Power : ١،٦٩ بالمقارنة مع قوة TNT.
* شراسة المادة Brisance : ١،٢٥ بالمقارنة مع شراسة TNT.
* الحساسية Sensitivity: وهي أقل حساسية من مادة PETN.
* القطر الحرج Critical Diameter: ٣ ملم.

RDX/Wax percent	Density grams per cubic centimeter	Critical diameter
95/5	1.05	$4.0<d_c<5.0$
90/10	1.10	$4.0<d_c<5.0$
80/20	1.25	$3.8<d_c<5.0$
72/82	1.39	$3.8<d_c<5.0$

* الثبات الكيميائي Stability: له قوة ثبات عالية تجعله من أفضل المنشطات.
* الذائبية Solubility: عديم الذوبان في الماء، ويذوب بسرعة في البنزين الساخن والأسيتون الساخن.
* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومته للحرارة عالية، حيث أنه يعتبر من المواد المتفجرة المقاومة للحرارة والتي تستخدم لاستخدامات خاصة.
* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: لا يؤثر الضوء عليه لكن الأشعة فوق البنفسجية قد تغير من لونه فقط من اللون الأبيض إلى اللون الأصفر الباهت.
* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.
* التبخر Volatility: قليل التبخر .
* النقل والتخزين Transport and Storage: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.

* **السمية Toxicity**: وجد أن سميته محدودة نظراً لصعوبة ذوبانه في الدم لكن استنشاق الغبار الناتج عنه ضار جداً وقد يسبب صدمة دموية تسبب توقف التنفس والدورة الدموية وقد ينتج عنها وباء درني وقد يسبب العقم، وقد يسبب السرطان من الدرجة الثالثة، والجرعة القاتلة منه ٢٠ ملغم/ كيلو جرام وزن.



* **معادلة انفجارها Explosion Equation**:

$$C_3H_6N_6O_6 \longrightarrow 3H_2O + 3CO + 3N_2$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance**: يوجد نقص في الأكسجين ويقدر ب ٢١,٦%.
* **المواد التي تدخل في تحضيرها**: حمض النيتريك Nitric Acid ٩٩% وحمض الكبريتيك Sulfuric Acid ٩٩% ومادة الهيكسامين Hexamine ونترات الأمونيوم Ammonium Nitrate وحمض الخليك الثلجي Glacial Acetic Acid وحمض الخليك اللامائي Acetic Anhydride.

* **خلطاتها**: يصنع منه العديد من الخلطات المتفجرة:

١- متفجر مركب أ *Composition A* : والذي يتكون من RDX والشمع البلاستيكي Plasticizing Wax ويتم خلطهم وهم في حالة انصهار، مركب أ-٥ **Composition A-5**: يحتوي على RDX ٩٨,٥% وحمض الستيريك Stearic Acid 1.5%.

٢- **متفجر مركب ب Composition B**: والذي يتكون من RDX وTNT، وقوته ١,٣ بالمقارنة مع TNT. مع العلم يوجد الكثير من خلطاته حسب النسب فإذا كانت النسبة ٥٠/٥٠ يسمي B10، أما إذا أطلق اسم مركب ب B **Composition** فقط فيقصد فيه ٦٠% RDX و٤٠% وTNT.

٣- **متفجر مركب سي Composition C**: والذي يتكون من RDX ولدائن مثل شمع البرافين ومواد زيتية أخرى، **متفجر مركب C4**: يحتوي على 91% RDX و٩% لدائن بلاستيكية زيتية، C3 قوتها ١,١٧ بالمقارنة مع TNT.

٤- **متفجر Torpex**: والذي يتكون من ٤١% RDX و٤١% TNT و١٨% بودرة ألمونيوم Aluminum Powder، وسرعة انفجاره ٧٦٠٠ م/ث، واستخدم هذا الخليط في القنابل النووية.



٥- **متفجر CH-6**: حيث يحتوي على ٩٧,٥% RDX وستيرات الكالسيوم Calcium Stearate 1.5% وبولي آيزو بيتيلين Polyisobutylene 0.5% وجرافيت Graphite 0.5%، لون هذه الخلطة رمادية وتتميز بأنها أقل سمية وأكثر استقرارية.

٦- **الديناميت العسكري Military Dynamite**: والذي يتكون من 75% RDX و15% TNT و نشا Starch ٥%، زيت Oil ٤%، زيت جيل فيستانيكس Vistanex Oil Gel ١%).

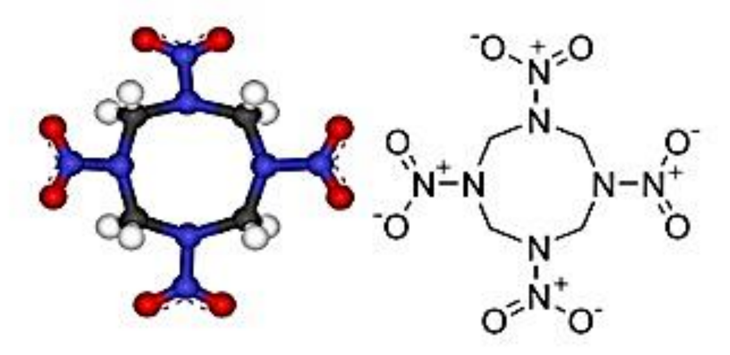
المواد المتفجرة البلاستيكية التي تعتمد على RDX تستخدم في صناعة القنابل النووية.

ملاحظة: يمكننا الحصول على بلورات الـ (RDX) من المتفجرات العجينة C3, C4.

* **انحلالها أو تخريبها**: إذا تم التخلص من مادة RDX في التربة بدون تفجير، يتم وصولها إلى المياه الجوفية وخصوصاً في التربة الرملية.

الأوكتوجين (H.M.X)

- الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_4H_8N_8O_8$.
- الوزن الجزيئي Molecular Weight: 296.155 g/mol.
- التركيب الكيميائي Chemical Structure:



- **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة متفجرة نصف حساسة أقوى من RDX واسمها (HMX) هو اختصار إلى متفجرات عالية الانصهار High Melting Explosive، أو هو اختصار متفجرات عسكرية عالية السرعة High-velocity Military eXplosive، ولها اسم أوكتوجين Octogen، والاسم العلمي لها سيكلو تيترا ميثيلين – تيترا نيترامين Cyclotetramethylene-tetranitramine، بسبب الوزن الجزيئي العالي لها تعتبر مع HNIW و ONC من أقوى المواد المتفجرة الكيميائية المعروفة، وتحضيرها معقد وهذا بطبيعته حد من تصنيعها.

- **تاريخها History:** أول مرة تم تحضير مادة HMX كان عام ١٩٣٠م، وفي عام ١٩٤٩ تم اكتشاف طريقة ثانية لتحضير HMX من مادة RDX من خلال إذابة RDX في حمض النيتريك ٥٥% ثم وضعها في حمام بخار لمدة ٦ ساعات.
- **استخدامها Uses:** تستعمل في صنع الصواعق وحشو الذخائر وأعمال التفجير، وتستخدم في المتفجرات البلاستيكية وتستخدم كوقود دافع صلب للصواريخ وفي القنابل النووية على هيئة متفجرات بلاستيكية وفي رؤوس الصواريخ الموجهة الخارقة للدروع.
- **لونها Color:** بلوري الشكل، لونه أبيض
- **كثافتها Density:** 1.91 g/cm^3.
- **درجة انصهارها Melting Point:** 275 °C = 527 °F



* درجة حرارة بدء الانفجار Explosion Point Or Limit: 335 °C.
* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1480 kcal/kg.
* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٣٨٧٠ درجة مئوية.
* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: ٩٠٢ لتر/كيلو جرام.
* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: سرعة انفجارها 9100 م/ث.
* قوة الانفجار Power: قوتها ١.٦ بالمقارنة مع TNT.
* شراسة المادة Brisance : ١.٣٥ بالمقارنة مع شراسة TNT.
* الحساسية Sensitivity: أكثر حساسية من RDX.
* القطر الحرج Critical Diameter: ٣ ملم.

HMX/Wax, percent	Density grams per cubic centimeter	Critical diameters
90/10	1.10	6.0 < *dc* < 7.0
78/22	1.28	7.0 < *dc* < 8.0
70/30	1.42	8.0 < *dc* < 9.0

* الثبات الكيميائي Stability: تعتبر مادة متفجرة مستقرة نتيجة عدم ذوبانها في الماء ولتحملها درجات حرارة عالية ولأنها لا تتفاعل مع المعادن.
* الذائبية Solubility: لا يذوب في الماء والكحول والإيثر والتولوين، لكنه يذوب بشكل أفضل في الأسيتون وحامض النيتريك.
* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومته للحرارة عالية، حيث أنه يعتبر من المواد المتفجرة المقاومة للحرارة والتي تستخدم لاستخدامات خاصة.
* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: أشعة الشمس تكسر معظم جزيئات HMX خلال أيام وأسابيع.
* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.
* التبخر Volatility: يمكن أن يحدث لها بعض البخر إذا كانت كميتها قليلة وعلى هيئة بودرة.
* النقل والتخزين Transport and Storage: يمكن تخزينها في حاويات خشبية أو بلاستيكية أو حتى معدنية لأنها لا تتفاعل مع المعادن.
* السمية Toxicity: هي مادة متفجرة سامة، يمكن أن يتم امتصاصها عن طريق الجلد، وإذا أخذت عن طريق الفم تضر الجهاز العصبي المركزي والكبد، أقل جرعة تؤثر على جسم الإنسان ١٠٠ مل جرام لكل كيلو وزن عن طريق الفم

و١٦٥ مل جرام لكل كيلو وزن عن طريق الجلد، الأعراض الظاهرة من تسمم HMX، احمرار الجلد واحمرار العين وخمول وكسل وتشوش.



* معادلة انفجارها **Explosion Equation:**

$$C_4H_8N_8O_8 \longrightarrow 4H_2O + 4CO + 4N_2$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** نقص في الأكسجين يقدر ب ٢١,٦%.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** يتم تحضيرها من المواد التالية حمض النيتريك Nitric Acid ٩٩% ومادة الهكسامين Hexamine والبارافورمالدهيد Paraformaldehyde وحمض الخليك اللامائي Acetic Anhydride ونترات الأمونيوم Ammonium Nitrate.

* **خلطاتها:** تخلط مع TNT وعندها يسمى الخليط أوكتول Octols، (HMX 70% + TNT 30%).

* **الانحلال أو تخريبها:** إذا تم التخلص من مادة HMX في التربة بدون تفجير، يتم وصولها إلى المياه الجوفية وخصوصاً في التربة الرملية.

البنتريت PETN



الصيغة البنائية له:

ONO_2 ONO_2

O_2NO ONO_2

- عبارة عن بلورات أبيض.
- غير قابلة للذوبان في الماء وتذوب بصعوبة في الكحول الإيتيلي والأثير و البنزول و التولوين، لكنها سهلة الذوبان في الأسيتون.
- تستعمل بشكل أساسي في صنع الفتيل الصاعق والصواعق المتوسطة وكمحسس للمواد المتفجرة المرتكزة على نترات الأمونيوم (الأمونيت).
- ويستعمل على شكل مزيج مع الـ ت.ن.ت. لحشو الذخائر (البنتوليت).
- سرعة انفجارها 8400 م/ث.



متفجر الاريثريتول تترانيترات ETN

- الرمز الكيميائي $C_4H_6N_4O_{12}$
- الكتلة المولية 302.11ز مول$^{-1}$
- تعريفها والاسماء الاخرى
- تاريخها
- استخدامها مادة قاصمة
- لونها

بودرة بيضاء اللون عديم الرائحة



- كثافتها 1.6غ/سم3
- درجة الانصهار 65درجة
- درجة حرارة الانفجار
- الطاقة الناتجة عن الانفجار
- الحرارة الناتجة عن الانفجار
- الغاز الناتج عن الانفجار
- سرعتها الانفجارية 8100 م/ث
- قوتها بالمقارنة مع TNT 1.7
- شراسة المادة
- الحساسية

متوسطة واعلى حساسية من PETN وتفجر بصاعق محرض حساسية للصدم متوسطة وهي 2.0 نيوتن متر وللاحتكاك ايضا متوسطة

- الثبات الكيميائي
- الذائبيية

يذوب هذا المركب في بعض المذيبات العضوية كالاسيتون والكيتونات حيث تستخدم هذه في العملية اعادة البلورة لهذا المركب للحصول على مادة *اكثر نقاءً*

- **مقاومة الحرارة والبرودة**
- **تاثير الضوء واشعة الشمس**
- **التفاعل مع المعادن**
- **التبخر**

- **النقل والتخزين**

تخزن في مكان جاف بعيدة عن الحرارة والضوء ETN عن وجود صلاحية طويلة جدا .وشهدت الدراسات التي راقبت البنية البلورية مباشرة عدم وجود أي علامات على التحلل بعد أربع سنوات من تخزين في درجة حرارة الغرفة

- **السمية**



- **معادلة النفجار**

$$C_4H_6N_4O_{12} \rightarrow 4\ CO_2 + 3\ H_2O + 2\ N_2 + \frac{1}{2}\ O_2$$

- **ميزان الاوكسجين**

الميزان الاكسجيني لمركب موجب وهذا يعطي اكسدة كاملة لذرات الكربون والهيدروجين في مركبه يحتوي على وفرة في الاكسجين اكثر من **PETN** لان ميزانه الاكسجيني اكثر من مركب تيترا ايريثيريتول بنتا نيتريت

- **المواد الداخلة في تحضيرها** ال **ETN** يصنع من خلال نترتة الايريثرييتول من خلال اضافة حمض الكبريتيك المركز مع نترات

أشكال سكر الايرثرتول في الاسواق







- **تخريبها او انحلالها**

تتحلل عند درجة حرارة 160 د وهي نقطة الغليان

- **خلائطها مع المواد**

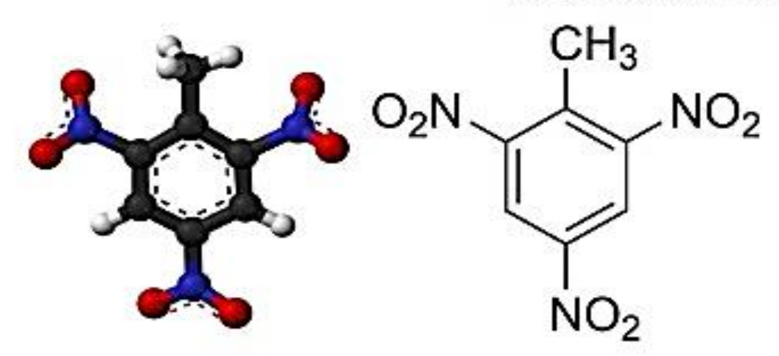

Zero Calories - Diabetic Safe
Erythritol
All Natural Sweetener
NET WEIGHT 4 GRAMS


The Low Carb Chef
erythritol

أسماء و خصائص المتفجرات ضعيفة الحساسية

ثلاثي نيتروتولوين Trinitrotoluene (TNT)

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_7H_5N_3O_6$
* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 227.13 g/mol
* التركيب الكيميائي Chemical Structure:



* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة متفجرة كيميائية تقاس على قوتها كل الإنفجارات سواء كانت كيميائية أو حتى نووية، وهي أكثر مادة متفجرة تنتج في العالم أجمع. تباع في الأسواق على هيئة بلوكات بعدة أحجام ٢٥٠ جرام، ٥٠٠ جرام، ١٠٠٠ جرام، لها عدة أسماء Trinitrotoluol، Trotol، Trilite، Tritone، Tritolol، Tritolo، Tolite، Trinol، Trotyl، Triton، والأسماء العلمية 2,4,6-Trinitrotoluene، 2,4,6-Trinitromethylbenzene.

* **تاريخها History:** وفي عام ١٨٦٣م تم تصنيع ثالث نيتروتولوين Tri Nitro Toluene والمعروف باختصار ت.ن.ت TNT على يد الألماني الكيميائي جوزف ويلبراند Joseph Wilbrand ولكن كان يستخدم كصبغة فقط، ثم اقترح العالم هوسرمان عام ١٨٩١ تفجير TNT، لكن لم تستخدم كمادة متفجرة إلا عام ١٩٠٢م، وكانت روسيا وألمانيا أول من استخدمها.

* **استخدامها Uses:** تستعمل في حشو الذخائر، كما تستعمل منفردة، أو على شكل مزائج مع مواد متفجرة أخرى، يمكن استخدامها في البيئة الرطبة لأنها لا تذوب في الماء.



* **لونها Color:** عبارة عن بلورات صفراء.
* **كثافتها Density:** 1.654 g/cm^3
* **درجة انصهارها Melting Point:** 80.35 °C درجة مئوية (176 °F).
* **درجة غليانها Boiling Point:** 295 °C وعندها يتكسر.
* **درجة حرارة بدء الانفجار Explosion point or Limit:** ٣٠٠- ٣١٠م

* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1090 kcal/kg.

* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٢٩٥٠ درجة مئوية.

* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: 825 لتر/ كيلو جرام.

* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: سرعة انفجاره 6900 م/ث.

* قوة الانفجار Power: ١ وتقاس عليها كل المواد الأخرى.

* شراسة المادة Brisance: ١ وتقاس عليها كل المواد الأخرى.

* الحساسية Sensitivity: غير حساسة للصدمة أو الاحتكاك وأقل خطورة في الاستعمال من سائر المواد المتفجرة الثانوية.

* القطر الحرج Critical Diameter: ٢٨ ملم.

* الثبات الكيميائي Stability: مادة مستقرة لأنها خاملة ولا تذوب في الماء ولا تتفاعل مع المعادن.

* الذائبية Solubility: صعبة الذوبان في الماء، لكنها تذوب بشكل أفضل في الكحول وتذوب بسهولة في التولوين والأسيتون والكلوروفورم، عند إضافة الماء على (TNT) الذائب في أي منهم تعود بلورات (TNT) للظهور من جديد.

* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.

* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: وعند تعرضه للضوء وأشعة الشمس فترة طويلة تتكون على سطحه طبقة سوداء أو بنية اللون تكون سبباً في ضعف قوته الانفجارية.

* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا يتفاعل مع المعادن لذلك كان يعتبر المتفجر المثالي للشحنة الأساسية في الذخائر ومازال.

* التبخر Volatility: قليلة التبخر لكن غبارها سام.

* النقل والتخزين Transport and Storage: من عيوبه أنه عند تخزينه في أماكن حارة يبدأ في رشح مادة زيتية قد تولد انفجاراً بالاحتكاك أو الارتجاج كما أنه عند حرقه بكميات كبيرة يمكن أن يتحول هذا الاحتراق إلى انفجار.

* السمية Toxicity: هي مادة سامة يجب تجنب استنشاق غبارها أو ملامستها وهي عادة ما تصيب العاملين في إنتاجها بصفة مستمرة وبكميات كبيرة بالإسهال وضيق النفس وتضخم الطحال وربما تسبب مرض الأنيميا واضطراب المعدة وعسر الهضم وفقد الخصوبة عند الرجال ويمكن أن تسبب السرطان، وعندما تمتص سميته عن طريق الجلد يصيبه بالاصفرار وعند بداية العلاج يمنع المريض من ملامسة مادة (TNT) والراحة التامة لمدة يومين وإعطائه وجبات خاصة مثل الفواكه والحليب واللحوم وغيرها. في الحرب العالمية الثانية أصيب ٣٧٩ عامل في أحد المصانع التي تصنع TNT بسميته وقتل منهم ٢٢ عامل، حيث يكفي غرام واحد منها مع الأكل إلى قتل الإنسان خلال ١٢ ساعة.



* معادلة انفجارها Explosion Equation:

$$2\ C_7H_5N_3O_6 \rightarrow 3\ N_2 + 5\ H_2O + 7\ CO + 7\ C$$

* ميزان الأكسجين Oxygen Balance: يوجد نقص في الأكسجين يقدر ب 73,9%.

* المواد التي تدخل في تحضيرها: حمض النيتريك Nitric Acid وحمض الكبريتيك Sulfuric Acid والتولوين Toluene، ويتم تحضيها بثلاث خطوات، الأولي تعطي Mono Nitro Toluene (MNT) والخطوة الثانية تعطي Di Nitro Toluene (DNT) والخطوة الثالثة تعطي Tri Nitro Toluene (TNT)

* خلطاتها:

يمكن خلطها بالكثير من المواد المتفجرة والمواد الغير متفجرة بدون أي مشاكل جانبية، الخلائط التي تتكون من مادتين متفجرات يطلق عليها Binary Explosive وسنذكر أمثلة منها:

١- أوكتول Octols: والتي تتكون من (HMX 70% + TNT 30%).

٢- سيكلوتول Cyclotols: والتي تتكون من (RDX 70% + TNT 30%).

٣- بنتوليت Pentolites: والتي تتكون من (PETN 50% + TNT 50%).

٤- تيتريتول Tetrytols: والتي تتكون من (Tetryl 70% + TNT 30%).

٥- أماتول Amatols: والتي تتكون من (50% Ammonium Nitrate +50% TNT).

٦- بيكراتول picratols: والتي تتكون من (Ammonium Picrate 52% + TNT 48%).

٧- L-Splav: (TNT %٩٥ + Trinitroxylene %٥) (خلطة روسية).

* انفجار هاليفاكس Halifax Explosion

هو انفجار سفينة مونت بلانك الفرنسية التي كانت تحمل شحنة من TNT تقدر ب ٣ كيلو طن في مدينة هاليفاكس في دولة كندا يوم الخميس ٦ ديسمبر ، ١٩١٧، والتي اصطدمت بطريق الخطأ مع المنظمة البحرية الدولية النرويجية في ميناء هاليفاكس، قتل حوالي ٢٠٠٠ شخصاً من جراء الحطام، والحرائق والمباني المنهارة، وأصيب أكثر من ٩٠٠٠ شخصاً، ولا يزال هذا هو الانفجار التقليدي الأكبر في العالم من صنع الإنسان.



بلوك TNT وزنه 400 جرام
مصنع في الشرق الأوسط



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT وهي باوند
ونصف باوند وربع باوند



ثلاث أحجام من بلوكات الـ TNT الروسية وهي ١٠٠، ٧٥، ٥٠ جرام



بلوك TNT إسرائيلي الصنع وزنه نصف كيلو جرام

الردة R-salt

- الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_6N_6O_3$.
- الوزن الجزيئي Molecular Weight: 174.1.
- التركيب الكيميائي Chemical Structure:

TMTN

- **تعريفها والأسماء الأخرى:** هي مادة متفجرة تقع بين المتفجرات الخاملة والمتفجرات النصف حساسة، يطلق عليها عدة أسماء منها R-salt و Triogen و TRDX و TMTN و Dinitrate Hexamine والاسم العلمي لها Trinitrosamine Cyclotrimethylene أو Methylenedinitramide، R-salt هي عبارة عن RDX لكن بمجموعة N-NO بدلاً من $N\text{-}NO_2$ الموجودة في RDX، لذلك الاسم العلمي لمادة(RDX) هو Trinitramine Cyclotrimethylene في حين كان الاسم العلمي لمادة (R-salt) هو كما ذكرنا من قبل Trinitrosamine CycloTrimethylene، ولذلك يمكن تحويل R-salt إلى RDX من خلال تفاعلها مع حمض الكبريتيك ونترات الأمونيوم.
- **تاريخها History:** تم اكتشاف مادة R-salt عام ١٩٣٤م على يد الألماني جريس Griess واستخدمت في الحرب العالمية الثانية.
- **استخدامها Uses:** تستخدم عند كتائب القسام كحشوة لعبوات الخرق ورؤوس قذائف الياسين وعبوات الشواظ، تستعمل بودرة الردة R-salt كمنشط (بوستر) للعبوات التي تعبئ بـ R-salt المصبوب صب، كلاسيكياً تستخدم في إنشاء الدروع الردية التفاعلية المحيطة بالدبابات لكن بكميات قليلة والمعظم تخلى عن إنتاجها لأنها مادة مسرطنة.
- **لونها Color:** مادة متفجرة صفراء اللون.



مادة الردة
R-salt

- **كثافتها Density:** 1.508 g/cm^3.

* درجة انصهارها Melting Point: 102 °C = 216°F.

* الطاقة الناتجة من الانفجار Heat Of Explosion: 1081 kcal/kg.

* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: 996 L/kg.

* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: سرعتها وهي عالية الكثافة (صب) ٧٨٠٠م/ث، سرعتها وهي قليلة الكثافة (بودرة مضغوطة) ٧٣٠٠م/ث، وإليك السرعات الانفجارية على الكثافات المختلفة.

الكثافة Density	السرعة الانفجارية Detonation velocity
1.57	7800
1.52	7600
1.5	7300
1.2	6600
0.85	5180

مادة R-salt عند كثافة 0.85 جرام/سم مكعب تكون حساسة إلى 0.3 جرام من فلمنات الزئبق، لكن عند كثافة 1.57 جرام/ سم مكعب تحتاج إلى 2.5 جرام من فلمنات الزئبق لكي تنفجر .

* قوة الانفجار Power: قوتها ١,٢٥ بالمقارنة مع TNT.

* شراسة المادة Brisance: ١,١ بالمقارنة مع شراسة TNT.

* الحساسية Sensitivity: نصف حساسة إلى خاملة فهي أكثر حساسية من TNT.

* القطر الحرج Critical Diameter: ١٣ ملم.

* الثبات الكيميائي Stability: تتفاعل مع جميع الأحماض مسببة اشتعالها ومن ثم انفجارها إذا كانت بكميات كبيرة، لذلك يمنع منعاً باتاً عمل أي خلائط بين هذه المادة وأي مادة يدخل في تركيبها الأحماض خوفاً من عدم نقاوة المادة المخلوطة من بقايا الأحماض.

* الذائبية Solubility: لا تذوب في الماء، تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون والبنزين والكحول والكلوروفورم.

* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: مقاومتها للحرارة ضعيفة نتيجة انخفاض درجة انصهارها.

* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.

* التبخر Volatility: قليلة التبخر .

* النقل والتخزين Transport and Storage: يمنع تخزينها في أي مكان يخزن به أحماض، يمنع تخزينها مع مواد متفجرة أخرى لكي لا يحدث تفاعلات جانبية، ويتم تخزين الأسلحة المحشوة بمادة R-salt معزولة عن الأسلحة المحشوة بمواد أخرى.

• **السمية Toxicity:** مادة سامة جداً وأبخرتها أثناء التحضير سامة وأسوأ مرض تسببه للإنسان هو مرض السرطان الخبيث، المادة الفعالة Nitrosamine مسببة للسرطان لذلك يجب الحذر الشديد في تحضيرها.



• **معادلة انفجارها Explosion Equation:**

$$C_3H_6N_6O_3 \rightarrow 3H_2O + 3C + 3N_2$$

• **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** يوجد نقص بالأكسجين يقدر ب 55.1%.

• **المواد التي تدخل في تحضيرها:** يستخدم في تحضيرها مادة الهكسامين Hexamine ومادة نترايت الصوديوم Sodium Nitrite أو نترايت البوتاسيوم Potassium Nitrite أو أي ملح يحتوي على مجموعة النيترايت (NO_2)، بالإضافة لحمض الكبريتيك المخفف ٣٠% أو حمض الهيدروكلوريك (ماء النار) Hydrochloric Acid (HCL).

• **خلطاتها:** يجب عدم خلطها مع أي من المواد المتفجرة الأخرى خوفاً من التفاعل مع أي بقايا حمض في المواد المتفجرة الأخرى، مع العلم لا يوجد أي مرجع علمي يذكر خلطاتها.

نترات اليوريا



- مادة متفجرة بيضاء اللون.
- سريعة الذوبان في الماء.
- لديها قدرة عالية لامتصاص الرطوبة من الهواء.
- تتفاعل مع المعادن بسبب الأحماض التي لا يتم التخلص منها

نترات الأمونيوم

- الرمز الكيميائي: NH_4NO_3
- لونه: أبيض و يستخدم في الزراعة كسماد كيميائي و حساسيته ضعيفة جداً.
- شرهة الذوبان في الماء و لديها القدرة العالية على امتصاص الرطوبة من الهواء
- درجة انصهاره: ١٦٩ درجة مئوية.
- السرعة الانفجارية: ٥٠٠٠ – ٦٠٠٠ متر/ث

نترات النشاء

نترو نفتاليين

- **الرمز الكيميائي**
- **الكتلة المولية**
- **تعريفها والاسماء الاخرى** **NO1** او **MNN**
- **تاريخها**
- **استخدامها** كان يستخدم واعتقد أنه لازال يستخدم في هذه الأيام في قذائف المدفعية ، كان يعتبر أغلى من الـ تي ان تي في بعض البلدان .
- **لونها**

بودرة برتقالية مائلة للبني او الاصفر

مادة نترو نفتاليين أو MNN



- **كثافتها** **1.6** غ/سم3
- **درجة الانصهار**
- **درجة حرارة الانفجار**
- **الطاقة الناتجة عن الانفجار**
- **الحرارة الناتجة عن الانفجار**
- **الغاز الناتج عن الانفجار**
- **سرعتها الانفجارية**

7013 م/ث
- **قوتها بالمقارنة مع TNT**
- **شراسة المادة**

- **الحساسية**

متوسطة

- **الثبات الكيميائي**
- **الذائبية**
- **مقاومة الحرارة والبرودة**
- **تاثير الضوء واشعة الشمس**
- **تتأثر بالضوء**
- **التفاعل مع المعادن**
- **التبخر**
- **النقل والتخزين**

تخزن في مكان جاف بعيدة عن الحرارة

- **السمية**



- **معادلة النفجار**
- **ميزان الاوكسجين**

ولدية نفس توازن الأوكسجين الذي في الـ تي ان تي

- **المواد الداخلة في تحضيرها**

- أولا إنتاج مادة mononitronapthalene من النفتالين والأحماض .



- ثانيا إنتاج المادة المتفجرة من معالجة mononitronapthalene بالنترات



- **تخريبها او انحلالها**

- **خلائطها مع المواد** لا تفجر لوحدها

نسب الخليط عندما يكون عنده وفرة في الأكسجين :
90 % نترات أمونيوم .
5 % فحم .
5 % بودرة ألمنيوم .
وهو من الخلائط شديدة الفاعلية ويصحبه وميض. يمكن الاستغناء عن بودرة الالمونيوم بستبدالها بالمتفجر الذي صنعنا من النفتالين فكما تذكرون وضعت بالسلسلة صناعة متفجر من النفتالين وكان مضمونة أن هذا المتفجر قوي ولا اعرف قوته ولكن اتضح أن قوته قريبة من 4/3 تي ان تي .
وهي 250 غرام من سماد نترات الامونيوم .
12 غرام فحم مطحون .
40 غرام من ام ان ان التي صنعناها من النفتالين (طريقة صنعها موجودة)
هذا لزيادة الخير إن لم يتوفر الفحم نستخدم النفتالين بحالته الطبيعية دون الأحماض والنسب خليط النيترات والنفتالين والألمنيوم :
85 % نيترات .
5 % نفتالين .
7.5 بودرة ألمنيوم .
2.5 % نشارة خشب ناعمة .
وهذا من الخلائط شديدة الفاعلية القطر 12سم الذي احدث انفجار 50 جم منه على صفيحة وفي هذا الخليط اعتقد أنه يمكن استبدال الفحم بالنفتالين المستخرج من الأحماض .
خليط النيترات مع الفحم (أو نشارة خشب محمصة)
85 % نيترات الامونيوم .
15 % فحم .
تم تفجير 100 غم من هذا الخليط فأحدثت قطر قدره 15.5سم في نفس الصفيحة التي أجريت عليها تجربة الامونال مع الكبريت (مع استخدام علبة كبريت من الامونال كبادئ حول الصاعق) .
وهذا لزيادة الخير وجدتها ببعض الموسوعات
خليط قوي

نترات مونيوم 80 % + نفتالين 80 % (حبيبات تطحن لتنظيف الملابس) + بودرة المونيوم 15 % + حمض النتريك 20 % تركيز 65 % فما فوق .
نضع قليل من الماء على نترات الامونيوم للترطيب ونضعة على النار لدرجة الانصهار (أي يصبح سائل) نأخذه في هذه الحالة ونضيف علية خليط النفتالين والنتريك وبودرة المونيوم وتكون الإضافة بشكل سريع لأنه سوف يصلب ويتحول إلى عجينة (نترات الامونيوم) يفجر بصاعق نشط .

المتفجرات السائلة Liquid Explosives

استخدمت المواد المتفجرة السائلة في الحرب العالمية الثانية وخصوصا مادة النيتروميثان Nitromethane في تنظيف حقول الألغام أمام الجنود في المعارك، السرعة الانفجارية لمعظم المواد المتفجرة السائلة تقريباً ٨٠٠٠ متر/ثانية، تعتبر المواد المتفجرة السائلة من أفضل المواد المتفجرة استخداماً في البيئات المتجمدة (تحت الصفر)، يوجد مئات من المواد المتفجرة الصلبة لكن هناك ١٨ نوعاً من المواد المتفجرة السائلة المعروفة لحتى الآن، وهي كالتالي:

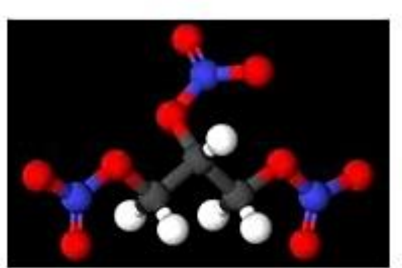
- ميثيل نيتريت Methyl Nitrate (CH_3NO_3).
- النيتروميثان Nitromethane (CH_3NO_2).
- تيترا ازيدو ميثان Tetraazidomethane.
- النيتروجليسرين Nitroglycerine .
- زيليتول بينتا نيتريت Xylitol Pentanitrate.
- النيتروجليكول Nitroglycol.
- نيتروجين تري كلورايد Nitrogen Trichloride.
- النيتروبنزين Nitrobenzen.
- إريثريتول تيترا نيتريت Erythritol Tetranitrate.
- الاسترولايت Astrolite.
- تري ميثيلول إيثان تري نيتريت Trimethylolethane Trinitrate.
- مانيتول هيكسا نيتريت Mannitol Hexanitrate.
- بيتانيتريول تري نيتريت Butanetriol Trinitrate (BTTN).
- دي إيثلين جليكول دي نيتريت Diethylene Glycol Dinitrate.
- نيترو إيثان Nitroethane.
- ميثيل إيثيل كيتون بيروكسيد Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP).
- بروبيلين جليكول دي نيتريت Propylene Glycol Dinitrate.
- تري إيثيلين جليكول دي نيتريت Triethylene Glycol Dinitrate (TEGDN).

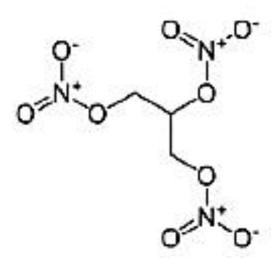
النيتروجليسرين Nitroglycerine (NG)

* الرمز الكيميائي Molecular Formula: $C_3H_5N_3O_9$.

* الوزن الجزيئي Molecular Weight: 227.09 g/mol.

* التركيب الكيميائي Chemical Structure:





* **تعريفها والأسماء الأخرى:** تعتبر من الزيوت المتفجرة الخطيرة بسبب حساسيته العالية للاهتزاز حيث يمكن أن ينفجر عند أقل اهتزاز كما أن له قدرة تدميرية كبيرة وسرعته الانفجارية عالية، وعادة تخفف حساسيته عند خلطة مع مواد أخرى لتشكيل مادة الديناميت، النيتروجليسرين لا يشتعل بسهولة ولكن إذا اشتعل يعطي لهب أخضر اللون، لها أسماء أخرى مثل جليسرول تري نيتريت Glycerol Trinitrate وجليسريل نيتريت Glyceryl Nitrate وجليسريل تري نيتريت Glyceryl Trinitrate والاسم العلمي تري نيتروكسي بروبان 1,2,3-Trinitroxypropane.

* **تاريخها History:** في عام ١٨٤٦ اكتشف العالم الإيطالي أسكانيو سوبريرو Ascanio Sobrero **النيتروجليسرين** Nitroglycerine السائل، في البداية أطلق اسم بيروجليسرين Pyroglycerine على المادة، وكانت حساسة جداً وحدثت فيها إنفجارات عديدة، وفي عام ١٨٦٧م قام ألفريد نوبل بخلطها بالنيتروسليلوز وسمى الخليط بالديناميت المتفجر Dynamite.

* **استخدامها Uses:** استخدمت مادة النيتروجليسرين في خليط الكوردايت الدافع مع النيتروسليلوز وكانت بريطانيا تصنع ٣٣٦ طن كل أسبوع في الحرب العالمية الأولى من مادة النيتروجليسرين حتى تستخدمها في دافع الكوردايت كذلك تستخدم في صناعة الديناميت المتفجر المدني والعسكري، كذلك يستخدم كعلاج بأسماء تجارية Nitrospan، Nitrostatلمرضى الذبحة الصدرية، ويوجد بشكلين على هيئة حبوب Tablet وبخاخة Spray.

* **لونها Color:** سائل زيتي أبيض أو مصفر أو بني فاتح وهذه الألوان تعتمد على نقاء المواد الداخلة في تحضيره وهو في الأصل عديم اللون شفافاً عندما يكون نقيا وله رائحة مميزة.



* **كثافتها Density:** 1.6 g/cm³ at 15 °C.

* درجة انصهارها **Melting Point**: 13.2 °C, 286 K, 56 °F.

* درجة غليانها **Boiling Point**: تتكسر عند درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية.

* درجة حرارة بدء الانفجار **Explosion Point or Limit**: ٢٠٠ درجة مئوية.

* الطاقة الناتجة من الانفجار **Heat Of Explosion**: 1580 kcal/kg.

* الحرارة الناتجة من الانفجار **Temperature Of Explosion**: ٣٤٧٠ درجة مئوية.

* الغاز الناتج من الانفجار **Volume Of Explosion Gases**: 716 L/kg.

* سرعتها الانفجارية **Detonation Velocity**: ٧٧٠٠ متر/ثانية.

* قوة الانفجار **Power**: قوتها ١,٧ بالمقارنة مع TNT.

* شراسة المادة **Brisance**: ١,١ بالمقارنة مع شراسة TNT.

* الحماسية **Sensitivity**: حساسة جداً للحرارة والصدمة والاحتكاك، يمكن تفجيره بصدمة من طلقة كلاشنكوف، وعند وضع نقطة منه على ورقة ترشيح ثم وضع تلك الورقة على حديده مناسبة وتطرق عليها بقوة بمطرقة حديدية ينفجر وقد وجد أن النيتروجليسرين المتجمد أقل خطراً وحساسية للانفجار بالصدم من النيتروجليسرين السائل، إذا سقطت كمية من النيتروجليسرين السائل بوزن ٢ كيلو جرام من ارتفاع ٣٥سم فإنها تنفجر .

* القطر الحرج **Critical Diameter**: ١ ملم.

* **الثبات الكيميائي Stability: يعتبر من السوائل المتفجرة الثابتة لكنها غير مستقرة نظراً لحساسيتها.**

* الذائبية **Solubility**: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الاثيلي وحمض الخليك والبنزين والكلوروفورم وغيرها، ويترسب مرة أخرى بإضافة الماء وهو يذوب كذلك في زيت الزيتون وزيت بذرة الخروع والنيتروجليسرين نفسه مذيب قوي إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز من أجل صناعة الكوردايت.

* مقاومة الحرارة والبرودة **Freeze And Heat Resistance**: لا تعتبر مادة مقاومة للحرارة لكنها مقاومة للتجمد.

* تأثير الضوء وأشعة الشمس **Sun Light Exposure**: وجد أن تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.

* التفاعل مع المعادن **Reaction With Metal**: لا تتفاعل مع المعادن، لكن يفضل خزنها على هيئة مستحلب في البلاستيك لأنها مادة حساسة.

* التبخر **Volatility**: مادة متبخره، كما معظم المواد المتفجرة السائلة تعتبر متطايرة.

* النقل والتخزين **Transport and Storage**: يحفظ النيتروجليسرين على هيئة مستحلب بنسبة ٣ ماء و١ نيتروجليسرين حتى يكون آمن في نقله وتخزينه، ويمنع استخدام الخشب في النقل أو الحفظ لأن النيتروجليسرين يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، قانونياً يجب استهلاك النيتروجليسرين في نفس اليوم إما في الدوافع أو في الخلطات المتفجرة مثل الديناميت.

* **السمية Toxicity:** يعتبر النيتروجليسرين من السموم عالية الكفاءة فهو يعمل على انبساط الأوعية الدموية ويخفض ضغط الدم ويحدث التسمم أيضاً عن طريق استنشاق بخاره وقد يصاب العاملين في تحضيره بالإدمان عليه، ومن أهم أعراض التسمم صداع شديد في الرأس يعتصرها اعتصاراً والعلاج يكون بتعريض المصاب للهواء النقي المتجدد ثم يعطى حقنة مهدئه وعلى العاملين في إنتاجه الاغتسال يومياً وتغيير ملابسهم، كما أن نسبة ١ مل جرام من النيتروجليسرين في الهواء تعمل صداع شديد.



* **معادلة انفجارها Explosion Equation:**

$$4C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 12\,(CO_2) + 10(H_2O) + 6\,N_2 + O_2$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** يوجد وفرة في الأكسجين وهو يساوي + ٣,٥ %.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** حمض النيتريك المركز وحمض الكبريتيك المركز وكحول الجليسرول.

* **خلطاتها:** عند صنع خلائط من مادة النيتروجليسرين فأن كل القياسات والنسب المتعلقة به تكون بالجرام وليس بالمل لتر أي يؤخذ النيتروجليسرين بالوزن وليس بالحجم، وهو أهم خلائط النيتروجليسرين هو الديناميت بأنواعه، لما يتميز به من أمان في التعامل بعكس النيتروجليسرين السائل.

خصائصه:

١- مادة ناعمة بألوان مختلفة.

٢- فعاليتها أقل من النيتروجليسرين لكنها أكثر تحملاً للتخزين لفترات طويلة.

٣- سرعتها الانفجارية تتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ م/ث حسب نوع الخلطة، ويمكن أن تنفجر بالصدمات الشديدة المفاجئة.

٤- الكثافة النوعية لها بين ١,٢ – ١,٦ جرام / سم^3 حسب نوع الخلطة.

٥- تتألف عموماً بالإضافة إلى النيتروجليسرين من المواد التالية:

أ- مؤكسد مثل نترات الصوديوم أو نترات البوتاسيوم أو نترات الأمونيوم.

ب- مانع حموضة: مثل كربونات الصوديوم.

ج- نشارة خشب ناعمة لامتصاص زيت النيتروجليسرين.

عند تخزين الديناميت لمدة طويلة في المدى الحراري من ١٥ إلى ٤٠ درجة مئوية فإن النيتروجليسرين ينفصل بالتدريج مما يجعله خطراً لذلك يجب تقليبه باستمرار، فالأفضل تخزينه عند درجة ١٠ مئوية إذا كان التخزين لمده طويلة.

بعض خلطات الديناميت:

١- خلطة ١:

نيتروجليسرين ٨٠%، نشارة خشب ناعمة ٢٠%.

٢- خلطة ٢:

نيتروجليسرين ٨٠%، نيتروسليلوز ٥%، نترات الأمونيوم ١٥%.

* **الانحلال أو تخريبها:** يكفي أن تغطس خلائطه في محاليل مركزه من الصودا الكاوية فتتصبن متحولة إلى جليسرين ونترات الصوديوم كما أنه يتحلل عند إضافة حمض الكبريتيك إليه.

النيتروجليكول Nitroglycol

* **الرمز الكيميائي Molecular Formula:** $C_2H_4N_2O_6$.
* **الوزن الجزيئي Molecular Weight:** 152.1 g/mol.
* **التركيب الكيميائي Chemical Structure:**



* **تعريفها والأسماء الأخرى:** هو عبارة عن مادة متفجرة سائلة ويعتبر من أفضل المواد التي تستخدم في الأجواء الباردة (٢٠ تحت الصفر)، ولها عدة أسماء Glycol Dinitrate و Ethylene Dinitrate و Ethylene Glycol Dinitrate (EGDN) و 1,2-Ethanediol Dinitrate و Dinitroglycol.
* **تاريخها History:** تم اكتشاف النيتروجليكول عام ١٩٠٥، لكن بدأ استخدامه بكثرة عام ١٩٢٠ حيث حل محل النيتروجليسرين في كثير من الخلائط أو يكونان معاً في نفس الخلطة.
* **استخدامها Uses:** يستخدم في صناعة الديناميت الجيلاتيني وفي الكوردايت الدافع المستخدم في المناطق الباردة وهو أكثر استخداماً حالياً من النيتروجليسرين نظراً لأنه أكثر استقرارية منه.
* **لونها Color:** سائل عديم اللون عندما يكون نقياً ويكون أبيض أو أحمر أو أزرق حسب لون الجليكول المستخدم في التحضير وهو أكثر لزوجة بقليل من الماء وأقل لزوجة من النيتروجليسرين.



روبوت يحمل مادة نيتروجليكول

* **كثافتها Density:** 1.49 g/cm^3.
* **درجة انصهارها Melting Point:** -22.0 °C.
* **درجة غليانها Boiling Point:** تنفجر عند نفس الدرجة ١٩٧ درجة مئوية.
* **درجة حرارة بدء الانفجار Explosion point or Limit:** ١٩٧ درجة مئوية.

* الطاقة الصاعدة من الانفجار Heat Of Explosion: 1612 kcal/kg.

* الحرارة الناتجة من الانفجار Temperature Of Explosion: ٤١٠٠ درجة مئوية.

* الغاز الناتج من الانفجار Volume Of Explosion Gases: 737 L/kg.

* سرعتها الانفجارية Detonation Velocity: 7800 m/s.

* قوة الانفجار Power: قوتها ٢ بالمقارنة مع TNT.

* شراسة المادة Brisance: ١.٢ بالمقارنة مع شراسة TNT.

* الحساسية Sensitivity: أقل حساسية للحرارة وللصدم الميكانيكي من النيتروجليسرين.

* القطر الحرج Critical Diameter: ١ ملم.

* الثبات الكيميائي Stability: أكثر ثباتاً من النيتروجليسرين.

* الذائبية Solubility: غير قابل للذوبان في الماء ويذوب قليلاً عند زيادة درجة الحرارة وهو قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية مثل الكحول الإثيلي وحمض الخليك والبنزين والكلوروفورم وغيرها، ويترسب مرة أخرى بإضافة الماء وهو نفسه مذيب قوي أكثر من النيتروجليسرين إذ تتم فيه إذابة النيتروسليلوز من أجل صناعة الكوردايت.

* مقاومة الحرارة والبرودة Freeze And Heat Resistance: متوسطة المقاومة للحرارة لكنها من أفضل المواد المقاومة للبرودة.

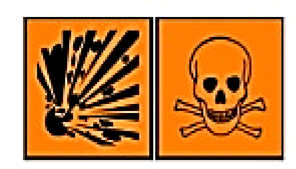
* تأثير الضوء وأشعة الشمس Sun Light Exposure: وجد أن تعرضه للضوء وأشعة الشمس يسرع من عملية تحلله.

* التفاعل مع المعادن Reaction With Metal: لا تتفاعل مع المعادن.

* التبخر Volatility: أكثر تبخر من النيتروجليسرين، يعتبر سائل النيتروجليكول أكثر الزيوت الانفجارية تطايراً وقد فقدت عينة منه في تجربة مخبريه ٣% من وزنها خلال شهر بينما لم تفقد عينه أخرى من النيتروجليسرين في شروط مماثلة للسابقة سوى ٠.٢% من وزنها.

* النقل والتخزين Transport and Storage: يمنع استخدام الخشب في النقل أو الحفظ لأن النيتروجليكول يمتص في الخشب ويكون الديناميت المتفجر، لذلك يفضل استخدام الألمونيوم أو البلاستيك، في النقل والتخزين يعتبر آمن بالمقارنة بالنيتروجليسرين بشرط ألا يتعرض إلى صدمة قوية ويكون نقي جداً من الأحماض، يفضل تخزينه في درجة حرارة لا تزيد عن ١٠ درجات مئوية.

* السمية Toxicity: يعمل على انخفاض ضغط الدم من خلال انبساط وتوسيع الأوعية الدموية، وغازاته تسبب الصداع وهو اكبر من الصداع الناتج من النيتروجليسرين، وذلك لسرعة تحوله من الحالة الصلبة والسائل إلى الحالة الغازية.



* **معادلة انفجارها Explosion Equation:**

$$C_2 H_4 O_6 N_2 \longrightarrow 2 CO_2 + 2 H_2O + N_2$$

* **ميزان الأكسجين Oxygen Balance:** ميزان الأكسجين يساوي صفر.

* **المواد التي تدخل في تحضيرها:** حمض النيتريك المركز وحمض الكبريتيك المركز وكحول الجليكول.

* **خلطاتها:** النيتروجليكول يجعل النيتروسليلوز جيلاتيني بشكل أسرع مما يحدث في حالة النيتروجليسرين ويتفاعل معه في درجات الحرارة العادية بينما هذا التفاعل نفسه مع النيتروجليسرين يحتاج إلى تسخين، ينصح باستعمال النيتروجليكول في الديناميت الهلامي (الديناميت الجيلاتيني) والغرض من استعماله هنا فعله المضاد للتجمد.

* **انحلالها أو تخريبها:**

يتم إحلالها حيويا من خلال سلالة بكتيريا هوائية تسمى Bacillus Subtilis، حيث وجد أنها تحتاج فقط إلى ٧٢ ساعة حتى تحولها من Ethylene Glycol Dimitrate (EGDN) إلى نيترايت Nitrite وإيثيلين جليكول مونو نيتريت Ethylene Glycol Mononitrate (EGMN).

النترو ميثان

- **الرمز الكيميائي :** CH_3ONO_2
- **الكتلة المولية :**
- **تعريفها والاسماء الاخرى :**
- **تاريخها:**
- **استخدامها :**
- **لونها :** سائل شفاف يشبه الماء اقل لزوجة من الماء
- **كثافتها :** 1.138 غم /سم3
- **درجة الغليان:** 65 -66
- **درجة حرارة الانفجار :** 150 د
- **الطاقة الناتجة عن الانفجار :**
- **الحرارة الناتجة عن الانفجار:**
- **الغاز الناتج عن الانفجار:**
- **سرعتها الانفجارية:**
- **قوتها بالمقارنة مع TNT :**
- **شراسة المادة :**
- **الحساسية :** اكثر حساسية من النترو جليسرين للصدم فهو يفجر اذا سقط 2كغ من على ارتفاع 40سم يشعل بفعل شرارة كهربائية
- **الثبات الكيميائي :** قابل للصبغ بلون اخر دون ان يتاثر
- **الذائبية :** يذوب في الماء بنسبة 3غ في 100ملل ماء وهو مذيب ممتاز للنترو سيللوز
- **مقاومة الحرارة والبرودة**
- **تاثير الضوء واشعة الشمس**

- **تتأثر بالضوء**

- **التفاعل مع المعادن**

- **التبخر :** شديد التبخر

- **النقل والتخزين :** يخزن تحت الماء ويتعامل معه بحذر

- **السمية :** تسبب ابخرته صداع في الراس مثل ابخرة النتروجليسرين



- **معادلة النفجار**

- **ميزان الاوكسجين**

- **المواد الداخلة في تحضيرها**

- **تخريبها او انحلالها**

خلائطها مع المواد

النترو سليلوز (البارود اللادخاني) .

- **الرمز الكيميائي :** $C_{24}H_{32}O_{12}(ONO_2)_8$
- **الكتلة المولية :**
- **تعريفها والاسماء الاخرى :** وينتج النيتروسليولوز عند معالجة السليولوز بالخلائط السولفونيترين فيعطى استيرات نيترين مختلفة درجة النترجة تشكل انطلاقا من نيترو سليلوز ثماني النترجة $[C_{24}H_{32}(NO_2)_8O_{20}]m$ ويسمى هذا النوع **كولوديون** وهو شائع تجاريا والنوع تساعي درجة النترجة يسمى باسم **بيرو الكولوديون** $[C24H_{32}(NO_2)_9O_{20}]m$ والنوع الحادي عشر النترجة $[C_{24}H_{29}(NO_2)_{11}O_{20}]m$ يسمى باسم **المفولميكوتون**.
- **تاريخها :**
- **استخدامها :** مادة دافعة (تستخدم بكافة انواع الوقود الصاروخي الدافع)
- **لونها :** ابيض وشكله مثل القطن

نتروسيللوز





- **كثافتها :** 1.65 غم/سم3
- **درجة الانصهار :** 61.7 د
- **درجة حرارة الانفجار :** حسب نسبة الرطوبة بين 50-80 درجة
- **الطاقة الناتجة عن الانفجار :**
- **الحرارة الناتجة عن الانفجار :** 3100د
لهذا التفجير 1025000 كلوري/كغم.
- **الغاز الناتج عن الانفجار:**
765لتر/كغم
- **سرعتها الانفجارية :**
- **قوتها بالمقارنة مع TNT**
- **شراسة المادة**
- **الحساسية :** غير حساس بالنسبة للصدم=0 يتأثر النيتروسليولوز بالكهرباء تأثرا كبيرا وقدرته على توصيل الكهرباء في محلول من الأسيتون تتناسب مع كثافته ويشعل بشرارة

- **الثبات الكيميائي :** يكون النيتروسليولوز ثابتا عند نقائه وخلوه من الأحماض.

- **الذائبيية :** جميع أنواع النيتروسليلوز تذوب جزئيا في ثنائي اثيل الايثير وتذوب كليا في الأسيتون وخلات الايثيلي وتتكون محاليل غروية من الصعوبة إعادة ترسبها مرة اخرى
- **مقاومة الحرارة والبرودة:** حساس جدا للحرارة واللهب شرارة بسيطة كفيلة بان تفجره او تشعله

- **تاثير الضوء واشعة الشمس :** حساس بالنسبة لحرارة الشمس يصبح خطر اذا تعرض لحرارة الشمس ويتحلل اذا بقي لمدة طويلة
- **تتأثر بالضوء :لا**

- **التفاعل مع المعادن :**

- **التبخر : لا يتبخر**

- **النقل والتخزين :** يخزن بنسبة رطوبة 10% ثنائي ميثايل الامين وبعيد عن كل شيء مشتعل او حرارة الا نتباه اثناء النقل من مصادر الحرارة والنار بشكل جيد اغلب حوادث انفجارات الورشات من النترو سييلوز من الأفضل ان يخزن في حجرات مظلمة ذات درجة حرارة منخفضة وعموما فان تخزين النيتروسليولوز أو المتفجرات التي يدخل في تركيبها بكمية كبيرة يجب ان تحتوي على مواد مصححة مثل ثنائي فنيل آمين والاوريتانات الماصة للأبخرة النيتروزية والتي تسمى صناعيا مثبتات ويجب الكشف الدوري على هذه المتفجرات وإخضاعها لفحوص التثبيت.
- **السمية**



معادلة الانفجار : غالبا ما يوجد النترو سليلوز في هاتين الصورتين:

$$C_{24}H_{30}O_{10}(ONO_2)_{10} \quad \text{أو} \quad C_{24}H_{29}O_9(ONO_2)_{11}$$

وعندما تحلل أي من الصورتين يعطى نفس النواتج وهي

- $\longrightarrow 36\ CO_2 + 47\ CO_2 + 4\ CH_4 + 39\ H_2O + 2\ C_2H_2 + 3\ HCN + 3.5\ H_2 + 18.5\ N_2 + 2\ NH_4HCO_3$

- **ميزان الاوكسجين**

- **المواد الداخلة في تحضيرها :** ينتشر السليولوز $(C_6 H_{10} O_5)n$ انتشارا واسعا حيث أنه واحد من أهم مكونات أنسجة الخضراوات والقطن والخشب وينتج النتروسليلوز بواسطة عملية نترجة أو استرة لسليولوز(ASTREFICATION) مع حمض النيتريك .
- **تخريبها او انحلالها :** يتحلل النيتروسليولوز خاصة اذا كانت به بقايا حمضية وعند تعرضه لأشعة الشمس المباشرة ويسبب ذلك انفجاره
- **خلائطها مع المواد :**

الصـــــواعق Blasting Caps (Detonators)

هو المحرض الأساسي لتفجير المواد المتفجرة الثانوية، والذي يعطي صعقة أو موجة انفجارية من أجل تحريض المواد المتفجرة الثانوية. ويتكون الصاعق من مادتين أساسيتين، مادة بادئة حساسة مثل فلمنات الزئبق، أزيد الرصاص وستيفنات الرصاص ومادة ثانوية حساسة (مادة نصف حساسة) مثل PETN، RDX، Tetryl تقوم بتكبير أو تضخيم الموجة الانفجارية ونقلها إلى المواد الثانوية الخاملة مثل (T.N.T، R-salt، TATB). وتكون المواد البادئة في أعلى منتصف الصاعق والمواد الثانوية الحساسة في الأسفل. تستخدم الصواعق في الأعمال العسكرية والصناعية المدنية، وتعتبر أدوات حساسة جدا ويمكن أن تنفجر في حال عدم التعامل معها بالشكل المناسب لذلك يجب حماية الصواعق من الصدمات والحرارة المرتفعة. ويوجد منه شكلين، صاعق أنبوبي وهو الشكل الأكثر استخداماً في العالم ودائري كالمستخدم في بعض الألغام.

التاريخ History:

أول مشعل للمواد المتفجرة كان صدفة (بقدر الله) عام ١٧٤٥م على يد الدكتور واتسون Watson، في عام ١٧٥٠ تم تصنيع أول مشعل كهربائي يتكون من ورقة أنبوبية تحتوي على بارود أسود. عام ١٨٦٤ م قام ألفريد نوبل باكتشاف أول صاعق متفجر واستخدم فيه فلمنات الزئبق في أنبوبة النحاس بدلاً من البارود الأسود حتى يفجر الديناميت والمواد المتفجرة الأخرى، وتم اكتشاف الصواعق المشعلة في ألمانيا عام ١٩٠٠م لكن لم تستخدم في أمريكا إلا عام ١٩٥٠م.

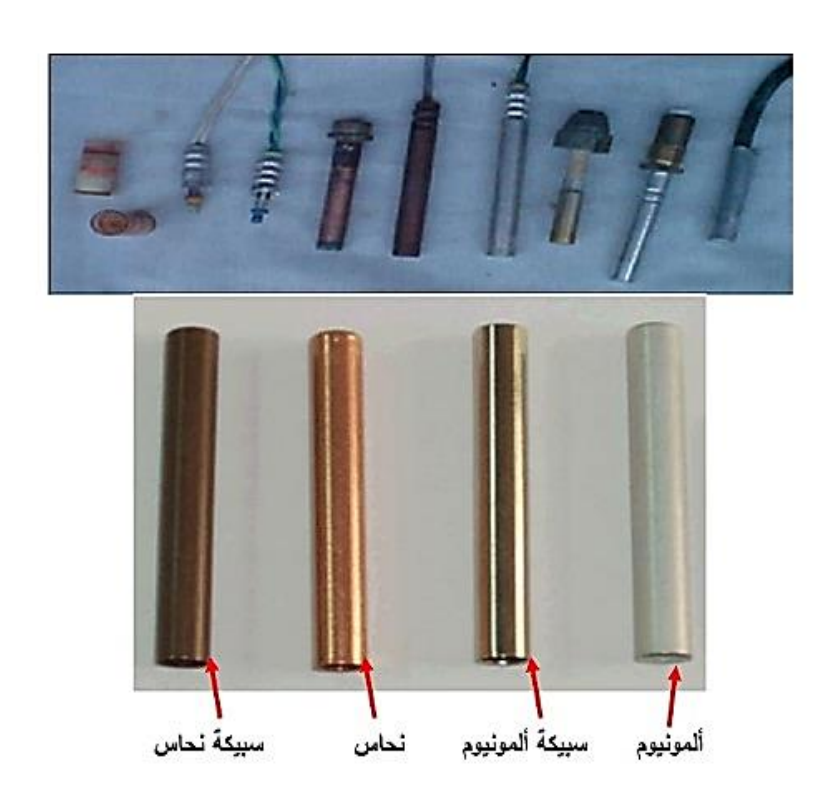
أنـــواع الصـــواعق

سوف ندرس أنواع الصواعق من حيث:

١. من حيث نوع الأنبوب.
٢. من حيث آلية تفجيره.
٣. من حيث كعب الصاعق.
٤. من حيث المدة الزمنية.

أولاً: من حيث نوع الأنبوب:

١. **الألمنيوم أو سبيكة منه:** وهو الأكثر استخداماً وانتشاراً في العالم ويستخدم فيه مادة أزيد الرصاص كمادة بادئة حساسة.
٢. **النحاسي أو سبيكة منه:** وهي أقل استخداماً وانتشاراً في العالم ويستخدم فيه مادة فلمنات الزئبق كمادة بادئة حساسة.
٣. **البلاستيكي:** ويستخدم غالباً في بعض الألغام الأرضية. ويستخدم فيه أي مادة بادئة حساسة.
ويمتاز بعدم الانكشاف للمجسات التي تكشف المعادن.



ثانياً: من حيث آلية تفجيره:

١. **الميكانيكي:** عن طريق وجود إبرة ونابض وكبسولة مثل القنابل اليدوية والكثير من الألغام ويقصد به أن يتم التفجير بحركة ميكانيكية بطرق الإبرة على رأس الكبسولة إما بالضغط أو بتحرير الناقر. ويأتي عادةً به مادة تأخيرية ويظهر ذلك جلياً في طول الصاعق.



صاعق قنبلة UZRGM الروسية



صاعق قنبلة M228 الأمريكية



صاعق MUV - MD-5M الروسي الذي يستخدم في القنابل والألغام والأشراك الخداعية



الصواعق الميكانيكية مصممة بطريقة عندما تتعرض فيها لشد أو سحب ميكانيكي فإنها تبدأ عملية الإشعال والتفجير . يجب أن تكون قوة الشد كافية لتحرير الإبرة لضرب كبسولة الإشعال.

- قوة الشد في الصواعق الأمريكية ٢-٣ كيلو جرام تقريباً.
- قوة الشد في الصواعق البريطانية ٣-٤ كيلو جرام تقريباً.
- قوة الشد في الصواعق الروسية والألمانية ٠,٥ - ١ كيلو جرام تقريباً.

٢. **الكيميائي:** مثل تفاعل كلورات البوتاسيوم مع حمض الكبريتيك فتتولد شعلة تكون كفيلة بتفجير الصاعق. ويستخدم هذا الصاعق في الأشراك الخداعية.



٣. **الكهربائي:** عبارة عن صاعق يخرج منه سلكين، كذلك يوجد سلك تنجستون مغموس بمادة إشتعالية بداخل الصاعق، وعند مرور تيار كهربائي بين طرفيه فإنه يسخن سلك التنجستون والذي بدوره يشعل المادة المشتعلة ومن ثم انفجار الصاعق. وهو المستخدم بكثرة في العمل العسكري لأنه يمكن ربطه بدائرة كهربائية مؤقتة حسب الحاجة. ويستعمل عندما يتوفر مصدر للطاقة الكهربائية كآلة تفجير (ميناتور) أو البطاريات. الصاعق الكهربائي يتأثر بشدة بالموجات الكهرومغناطيسية التي تولدها أسلاك الضغط العالي وأجهزة التلفزيون والراديو وأجهزة الاتصالات المختلفة، والتي قد تؤدي إلى انفجارها عفوياً حسب قربها من الصاعق. وقد يكون الصاعق الكهربائي لحظي الانفجار أو تأخيري حسب المطلوب.



٤. **العادي أو الغير كهربائي:** يكون طرفه العلوي مفتوح لوضع الفتيل الإشتعالي أو المتفجر، ومن ثم يتم إشعال الفتيل الذي بدوره يوصل الشعلة إلى المادة الحساسة فينفجر الصاعق. ويستخدم عادة في العمل العسكري لكنه أكثر استخداماً في الأعمال المدنية مثل المحاجر (الكسارات). وينبغي عدم استخدامه في التفجيرات تحت سطح الماء أو في الثقوب الرطبة نظراً لصعوبة عزله الكامل عن الرطوبة. وأما إذا كان ذلك ضرورياً فيجب حمايته من الرطوبة بتغطيته بمواد عازلة

كالشحم مثلاً. الصاعق العادي يعتبر آمن بالمقارنة مع الكهربائي لأنه لا يتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية ويمكن إشعاله بتأخير حسب المشعل المستخدم.



٥. **الصواعق النووية:** عبارة عن صواعق تحتاج إلى فولت عالي جداً حتى تنفجر ويسمى الصاعق بصاعق سلك الجسر المتفجر Exploding Bridge Wire (EBW) وتم اكتشافها عام ١٩٤٠م ولا يوضع فيه مادة بادئة وإنما توضع مادة PETN مباشرة. طبعاً كل هذه الإجراءات لضمان عدم الانفجار العفوي من القنابل النووية.

ثالثاً: من حيث كعب الصاعق:

١. **مستو:** ونستفيد منه في انتشار أعرض للموجة الانفجارية والتي يستفاد منها في العبوات العادية والموجهة.

٢. **مقعر:** ونستفيد منه في انتشار أعمق للموجة الانفجارية بحيث يركز الموجة في بؤرة البطانة ويستفاد منها في الأغلب في عبوات الخرق.





رابعاً: من حيث المدة الزمنية:

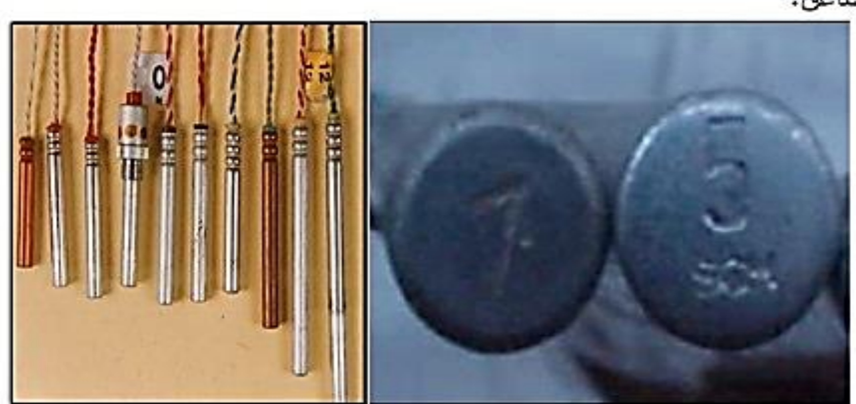
١. صواعق كهربائية لحظية Instantaneous Electrical Detonators (IED): وهي صواعق لا يوجد على كعبها كتابة أو يوجد عليها رمز s أو ٠ أو st وهذا يعني أنها لحظية تنفجر مباشرة دون تأخير. أما إذا كتب عليها أرقام أخري فهذا يعني أنها تأخيرية.

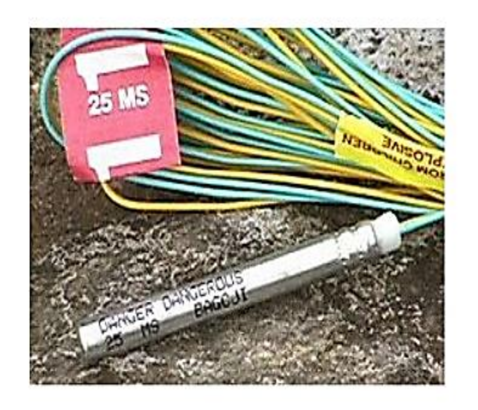


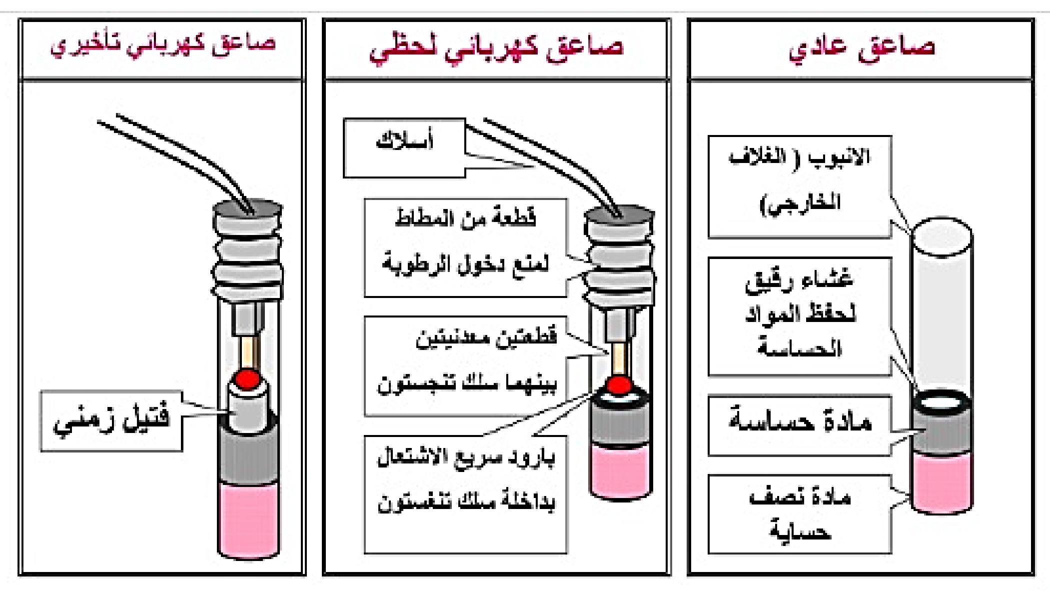
٢. صواعق كهربائية تأخيرية قصيرة Short Period Delay Detonators (SPD): وتكون الصواعق الكهربائية التأخيرية القصيرة لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أنه بداخلها فتيل اشتعالي سريع جداً ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخيرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS. (يقدر التأخير من ٠,٥ إلى ١,٥ مللي ثانية).

٣. صواعق كهربائية تأخيرية طويلة Long Period Delay Detonators (LPD):

وتكون الصواعق الكهربائية التأخيرية لها نفس مكونات الصواعق اللحظية إلا أن بداخلها فتيل اشتعالي سريع ومكتوب على سلك الصاعق المدة التأخيرية أو على كعب الصاعق. يقاس التأخير بالملي ثانية MS وبالثانية Second. (يقدر التأخير من ٢٥ مللي ثانية إلى ٢٠ ثانية). يمكن أن يكتب رقم على الصاعق أو على ورقة تحيط بسلك الصاعق و هذا الرقم يرمز إلى المدة التأخيرية أو يكتب على ورقة مرتبطة بالسلك المدة التأخيرية بالضبط و قد يكتب الفترة التأخيرية بالضبط على الصاعق.







ملاحظات:

- إن هذه المدة تتفاوت من رقم إلى آخر وكذلك تختلف نفس الأرقام باختلاف الدولة المصنعة لذا يجب تجريبها خصوصا إذا استخدمنا صواعق مختلفة المنشأ.
- تستخدم الصواعق التي لها زمن تأخيري في التفجيرات المتوالية في حفر الأنفاق و شق الطرق و هدم المنشآت و المباني.
- في العبوة الواحدة لا يصح جمع أكثر من صاعق تأخيري لا سيما العبوات الكبيرة، إلا إذا كانت من نفس الأرقام ونفس النوع أو أنها تكون ملامسة لبعضها البعض فأي صاعق ينفجر يفجر الصواعق الأخرى.
- يعتبر الصاعق تالف في حالة وجود أي تشوه في شكله و لا يجوز استخدامه مطلقا.

اختبار قوة الصواعق Testing of Detonators:

يتم اختبار قوة الصواعق من خلال بلوك الرصاص الصغير اختبار ترازول الصغير lead block or small Trauzl test، من خلال عمل فتحة على حجم الصاعق في بلوك الرصاص الصغير و بعد الانفجار يقاس مدي التمدد في داخل بلوك الرصاص.

الصواعق الكهربائية Electrical Detonators

تستخدم الصواعق الكهربية عندما نستخدم مصدر كهربائي لتفجيرها مثل البطارية Battery أو ماكينة تفجير Blasting Machine. الصواعق الكهربائية يوجد منها صواعق تجارية و صواعق عسكرية. الصواعق الكهربائية يوجد منها عدة أنواع منها بناء على قوة انفجارها المعتمدة على كمية فلمنات الزئبق في الصاعق بدءا من رقم ١ إلى رقم ٨ لكن أشهر الصواعق في الاستخدام هي رقم ٦ و رقم ٨. لكن حاليا توجد صواعق رقم ١٢ من حيث القوة.

– صاعق رقم ٦: طوله ٢,٨٥ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

– صاعق رقم ٨: طوله ٣,١٧ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

	وزن فلمنات الزئبق		أبعاد الصاعق	
الصاعق	بالجرام	بالحبيبات	القطر ملم	الطول ملم
رقم ١	0.30	4.6	5.5	16
رقم ٢	0.40	6.2	5.5	22
رقم ٣	0.54	8.3	5.5	26
رقم ٤	0.65	10.0	6	28
رقم ٥	0.80	12.3	6	32-30
رقم ٦	1.00	15.4	6	35
رقم ٧	1.50	23.1	6	45-40
رقم ٨	2.00	30.9	7-6	55-50

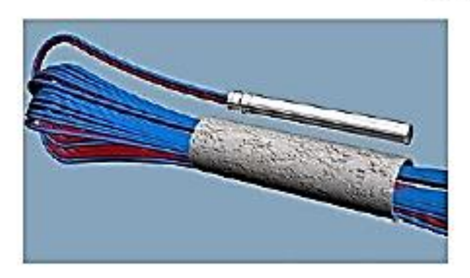
نلاحظ أن الصاعق رقم ٦ يحتوي على ١ جرام من مادة فلمنات الزئبق في حين أن الصاعق رقم ٨ يحتوي على ٢ جرام من فلمنات الزئبق. حاليا الصاعق رقم ٦ و ٧ و ٨ فقط هم الذين يصنعوا في الولايات المتحدة. و الصاعق رقم ٦ الأكثر استخداما منها. عام ١٩١٠ تم تحسين الصاعق من خلال إضافة ١٥% من مادة كلورات البوتاسيوم إلى فلمنات الزئبق. على الرغم أن إضافة كلورات البوتاسيوم كان لها ايجابية ممتازة وهي تخفيض حساسية الصاعق و تخفيض تكلفته إلا انه كان فيها عيب و هو أن الخليط يمتص الرطوبة.

الصواعق الكهربائية مزوده بأسلاك كهربائية ذات أطوال مختلفة لوصلها إلى دائرة التفجير الكهربائية. ولتجنب الانفجار المفاجئ ينبغي وصل طرفي الصاعق بعضهما مع بعض مباشرة بواسطة الجدل أو بواسطة فيشة وصل تنزع عند الاستعمال. طول سلك الصاعق يتراوح بين ١,٢٢ متر إلى ٩١,٤٤ متر لكن عادة يكون طوله ٧,٣ متر (٢٤ قدم). سلك الصاعق يتكون من سلكين و كل سلك له لون مختلف لتسهيل التوصيل. الصواعق التجارية الأكثر استخداما هي صاعق رقم 6 ورقم 8 أما الصاعق المعتمد عسكرياً فهو الصاعق الكهربائي M6 والصاعق العادي M7. الحشوة المتفجرة الثانوية في الصواعق M6 و M7 هي حوالي ضعفي الحشوة الموجودة في الصاعق التجاري رقم 8.

أغلب الصواعق الكهربائية المتوفرة تحتاج إلى جهد (1.5 v) وتيار (A ٠.50) وتجدر الإشارة إلى أن هناك نماذج كثيرة من الصواعق لا تخضع لهذه المعادلة من الجهد والتيار.



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي اللحظي



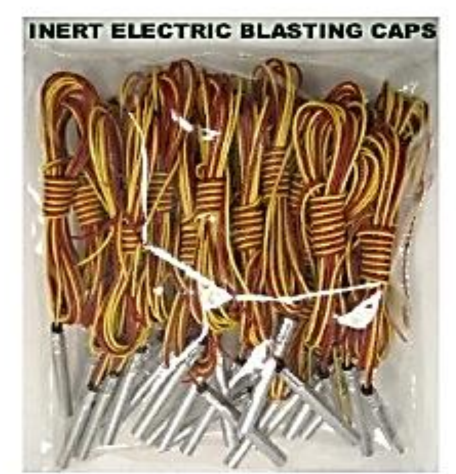
صاعق M6 الكهربائي الروسي اللحظي



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي اللحظي التدريبي



صواعق كهربائية لحظية روسية طولها ٥٠ ملم و قطرها ٦ ملم. ومقاومتها من ١,٥–٢,٢٥ أوم.



كيس يحتوي على صواعق كهربائية



أربع أكياس من الصواعق الكهربائية
(كل كيس فيه ١٠٠ صاعق)

الصواعق التأخيرية الطويلة:

أول استخدام للصواعق التأخيرية كان عام ١٩١٠ على يد بريطانيا. الصواعق العسكرية معظمها صواعق فوريه. أما الصواعق التجارية فمنها فوري ومنها تأخيري، وتتراوح فترة التأخير فيها بين ٠,٠٢٥ و ٢٠ ثانيه (٢٥ مللي ثانية إلى ٢٠ ثانية)..

خليط الاشتعال في الصاعق التأخيري:

يتكون من مادة مؤكسدة و مادة مشتعلة بشرط يكون خروج الغاز قليل جدا. أفضل الخلائط المشتعلة في هي التي تحتوي على بودرة معادن ناعمة جيدا كوقود.

الخليط الأول: ٥٥% إلى ٧٠% مادة مؤكسدة برمنجنات البوتاسيوم Potassium Permanganate و ٣٠% إلى ٤٥% مادة بودرة الانتومني Antimony Powder.

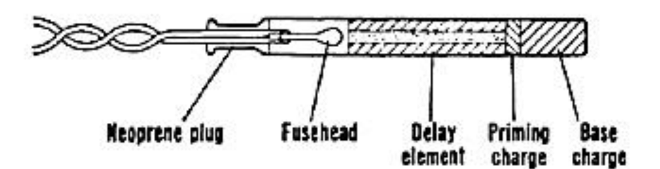
الخليط الثاني: ٨٥% بيروكسيد الباريوم Barium Peroxide و ١٥% مادة بودرة سيلينيوم Selenium. وهذا الخليط هو المعتمد في صواعق الولايات المتحدة.

في الخلطات المستخدمة يجب توفر الشروط التالية:

- تخرج اقل كمية من الغازات عند الاشتعال.
- تلامس المادة المؤكسدة مع المادة المشتعلة بشكل منتظم يضمن انتظام الاحتراق.
- خروج الحرارة المنتظمة من اشتعال الخليط.

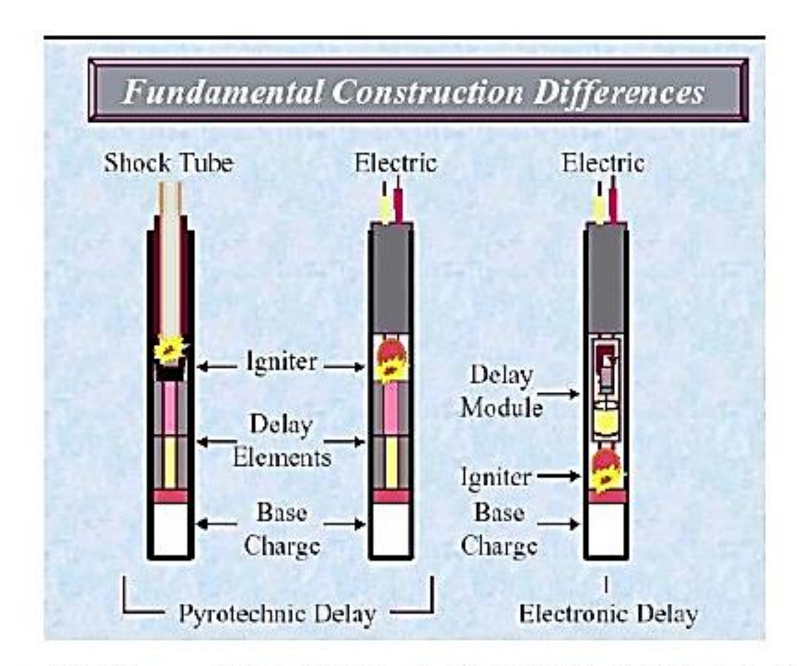
زمن التأخير

رقم الصاعق	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
التأخير (ms)	≤ 500	1000	2000	3000	4000	5000	6000





الخليط الإشتعالي التأخيري المستخدم في الصواعق التأخيرية



* توجد شركات تجارية مثل شركة دينو DYNO أعطت للصواعق التأخيرية ألوان حسب وقت التأخير، سواء تم تفجيرها بالكهرباء أو بأنبوبة الصدم.



ملاحظة: توجد حاليا صواعق تأخيرية الكترونية يمكن برمجتها آنيا من خلال جهاز الكتروني، أقصى تأخير فيها لمدة ٢٠ ثانية. و يمكن تفجيرها سلكيا أو لا سلكيا عند بعد ٣٠٠٠ متر.



صاعق نحاسي تأخيري الكتروني قوته ١٢ #

الصواعق التأخيرية القصيرة:

بعض الأعمال المدنية أو العسكرية تحتاج تأخير بسيط جدا في انفجار الصاعق فتم تصنيع أنواع تأخيرية من الصواعق الكهربائية. التأخير مداه من ٠,٥ ms مللي ثانية إلى ١,٥ ms مللي ثانية. و تم تمييز هذه الصواعق من خلال رمز 107على الصاعق. تستخدم مثل هذه الصواعق في القذائف الترادفية.

في حال تصنيع صاعق التأخير السريع نستخدم خلطة إشتعالية سريعة مثل: ٣٠% سيليكون و ٧٠% برمنجنات البوتاسيوم potassium permanganate.

الصواعق الغير كهربائية Nonelectric Detonators

تم تصميم هذه الصواعق بحيث تفجر من خلال لهب الفتيل المتفجر أو الفتيل المشتعل أو أنبوبة الصدمة. الصاعق العادي Plain Blasting Cap يتكون من متفجر ثانوي حساس ثم المادة البادئة و قد يضاف بعد ذلك مادة مشتعلة مغلفة. الصواعق الغير كهربائية التجارية يوجد منها عدة أحجام حسب كمية المادة البادئة في الصاعق لكن الأكثر و الأشهر استخداما صاعق رقم Number ٦ وصاعق رقم Number ٨. سواء كانت من النحاس أو الألمونيوم أو من سبائكهما

صاعق رقم ٦: طوله ٣,٤٩ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

صاعق رقم ٨: طوله ٣,٨١ سم و قطره من الخارج ٦,٣٥ ملم.

يوجد منها أحجام أكبر من ذلك. فنجد أن الصاعق الأمريكي رقم ٨ طوله ٥,٩٦ سم وقطره ٦,٢٢ ملم، و تستخدم مع المتفجرات الخاملة الكبيرة في الحجم. أشهر الصواعق الغير الكهربائية العسكرية هو صاعق M7 و صاعق M4. صاعق M7 بابه موسع قليلاً لتسهيل إدخال الفتيل المشتعل أو الفتيل المتفجر أو أنبوبة الصدم. يمكن تحويل الصاعق العادي الغير كهربائي إلى صاعق كهربائي من خلال بعض المحولات. يوجد العديد من الحاويات لهذه الصواعق: حاويات معدنية Metal Cans، صناديق كارتونية Cardboard Boxes، صناديق خشبية Wooden Boxes.


صواعق عادية غير كهربائية (٤ منها موصلة مع فتائل)

بعض موديلات الصواعق الروسية العادية

الموديل	مادة بادئة	مادة ثانوية	نوع الأنبوب	طول الأنبوب	قطر الأنبوب
GRT 8M	فلمنات زئبق	تيترايل	النحاس	٤٧ ملم	٧ ملم
TAT 8A	أزيد رصاص	تيترايل	الألمونيوم	٤٧ ملم	٧ ملم
TAG 8A	أزيد رصاص	هيكسوجين	الألمونيوم	٥٢ ملم	٧ ملم



صواعق عادية غير كهربائية تستخدم للتدريب فقط في حاوية كرتونية و بلاستيكية


حاويات صواعق عادية استخدمت في الحرب العالمية الثانية



حاويات صواعق عادية استخدمت في الحرب العالمية الثانية



حاويات صواعق عادية رقم ٦ الحديثة

أمن التعامل مع الصواعق

القواعد العامة في استخدام الصواعق:

– التأكد من نوع الصاعق المستخدم، ولا يوضع داخل العبوة إلا لحظة قرار التفجير إن أمكن.

– التأكد من ربط طرفي سلك الصاعق ولا يتم فكهم إلا لحظة العمل وربطهم بالدائرة الكهربائية.

– التأكد من وصلات الكهرباء، واستخدام اللواصق عليها وعدم تركها عارية.

– التأكد من صلاحيته: غير معرض لصدمات أو لا يوجد اهتراء في جسمه الخارجي، أو لا يوجد آثار رطوبة علي سطحه الخارجي، فالصواعق النحاسية نلاحظ علي سطحها بقع خضراء بينما صواعق الألمنيوم فنلاحظ بقع بيضاء مما يدل على تأثرها بالرطوبة.

– عدم تعرض الصواعق (للصدم – الطرق – الضغط – الحرارة مباشرة شعلة أو غير مباشرة كأشعة الشمس أو أحماض).

– تجنب العمل في الصواعق الكهربائية أثناء الطقس الممطر والمبرق لأن البرق قد يفرغ شحنته البالغة ٣٠٠٠٠ فولت في طرف الصاعق الكهربائي و بالتالي ينفجر.

– تجنب العمل أو حفظ الصواعق بالقرب من محطات الراديو أو الرادار، التلفزيون، محطات الإرسال للجوالات أجهزة الاتصالات، لأن كل هذه الأشياء تولد موجات كيرومغناطيسية يمكنها تفجير الصاعق الكهربائي. وإذا اضطررنا فتكون في داخل علبة معدنية مع جدل طرفي الصاعق.

– تجنب العمل بالصواعق الكهربائية بالقرب من خطوط التوتر العالي ويجب الابتعاد عنها لمسافة ١٠٠ م تقريبا، وفي حال اضطررنا للعمل بقربها فإننا نستخدم الصواعق العادية بفتيل انفجاري أو أنبوبة الصدم.

قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)	قوة المرسل (وات)	المسافة الآمنة (متر)
٥ ــ ٢٥	٣٣	١٠٠٠ ــ ٢٥٠٠	٣٣٠
٢٥ ـ ٥٠	٥٠	٢٥٠٠ ـ ٥٠٠٠	٤٩٥
٥٠ ــ ١٠٠	٧٣	٥٠٠٠ ـ ١٠,٠٠٠	٧٢٦
١٠٠ ــ ٢٥٠	١١٦	١٠,٠٠٠ ـ ٢٥,٠٠٠	١١٥٥
٢٥٠ ــ ٥٠٠	١٤٩	٢٥,٠٠٠ ـ ٥٠,٠٠٠	١٦٥٠
٥٠٠ ــ ١٠٠٠	٢١٥	٥٠,٠٠٠ ـ ١٠٠,٠٠٠	٢٣١٠

– أثناء النقل والتخزين نقوم بعزلها عن المواد المتفجرة.

– أثناء النقل والتخزين نقوم بعزل الصواعق الكهربائية عن البطاريات.

– عدم إدخال الفتيل أو سحبه بقوة في داخل الصاعق العادي.

– عدم إدخال أي جسم مدبب أو صلب للصاعق العادي.

– عدم حمل الصاعق في الأماكن الحساسة للجسم أو أماكن الارتكاز .

– حملها في داخل أوعيتها الخاصة أو أوعية بلاستكية كعلب الحلاوة مثلا.

– برغم صغر حجم الصاعق والكمية التي بداخلها إلا أنها إذا انفجرت لا قدر الله في يد الشخص قد تؤدي إلى بتر جزء منها.

– إذا كانت الصواعق كهربائية: فيجب التأكد من عدم وجود شرك بداخلها بحيث تنفجر عند ملامسة السلكي ببعضهما دون استخدام البطارية. وذلك عن طريق فحصه.

خطوات فحص الصواعق الكهربائية:

أولا: فحص الصواعق للتأكد من خلوها من التشريك:

– دفن الصاعق في التربة و يفضل أن تكون رطبة علي بعد ٢٠ سم تقريبا أو وضعه خلف ساتر قوي مثل حائط أو عامود باطون أو على الأقل لفه في بطانية مبللة وذلك للتخفيف من حدة الصوت وتلافي شظاياه في حال انفجاره لا قدر الله.

– إحضار وعاء معدني به ماء.

– نقوم بمد السلكيين من خلف ساتر ثم نغمس السلك الأول للصاعق الجهة المكشوفة منه في الماء ثم نلامسه للمعدن ثم نخرجه.

– نقوم بغمس السلك المكشوف الأخر في الماء ثم نلامسه للمعدن. نقوم بملامسة السلكين مع بعضهما ونجدلهما ولا نفكهما إلا عند الاستخدام في هذه الحالة حتى لو كان هناك شرك فنكون بحول الله تعالي تلاشينا الخطر.

ثانيا: فحص صلاحية الصاعق فنيا:

نقوم بفحص صلاحية أسلاك الصاعق وسلك التنجستون الذي بداخله والصاعق مازال مدفون أو خلف ساتر، عن طريق إحضار جهاز قياس المقاومة (آفوميتر) ونضع المؤشر فيه على رمز المقاومة (أوم) ثم نلامس طرفي الآفوميتر بطرفي سلكي الصاعق (المعراة)، في حال أعطي قراءة يدل علي انه صالح وعادة تكون مقاومة الصاعق الكلاسيكي حول (٢,٥) أوم أما الصواعق الخاصة بنا يمكن أن تصل أكثر من ١٠٠. (لا يوجد قطبية في الصواعق). وبذلك يكون الصاعق جاهز للاستخدام. وبدون ذلك لا تقدم علي استخدامه فلا معني أن أضيع جهود وتضحيات أخوة للوصول إلى الهدف وأكون أنا سبب فشل العمل لا سمح الله.



أمن التعامل مع التفجيرات في الميدان

– في أي عملية تفجير يجب أن يكون موجود قائد ميداني له القدرة على ضبط كل المجاهدين و يمتلك المهارات الفنية الكافية التي تضمن سلامة العمل.

– يجب على القائد توزيع مهام المجاهدين في الميدان بما يضمن سلامة المجاهدين و المدنيين.

– في أي عملية تفجير يجب أن يكون عدد المشاركين محدود ويمتلكون أجهزة اتصال هوائية للتواصل فيما بينهم أثناء العمل.

تحذير مهم: المكلف بحمل الصواعق و التعامل معها في الميدان يجب أن يكون شخص واحد فقط و يمكنه التواصل مع الآخرين من خلال مجاهد آخر بعيد عنه مسافة معينة آمنة تضمن سلامته إذا حدث خلل لا قدر الله و بنفس الوقت يمكنه التواصل معه بسهولة.

– أثناء العمل في الميدان يجب أن يكون كل مجاهد خلف ساتر صلب قوي يحميه من موجة الانفجار و من الشظايا المتطايرة.

– وجود طاقم مسعفين مع إسعاف واحد على الأقل مجهزين بكل الاحتياجات اللازمة.

– اتخاذ قرار التفجير يكون من القائد العام في الميدان بعد التأكد من سلامة كل التوصيلات و سلامة كل المجاهدين و المدنيين من خلال التواصل مع كل الفريق بأجهزة الاتصال المتوفرة.

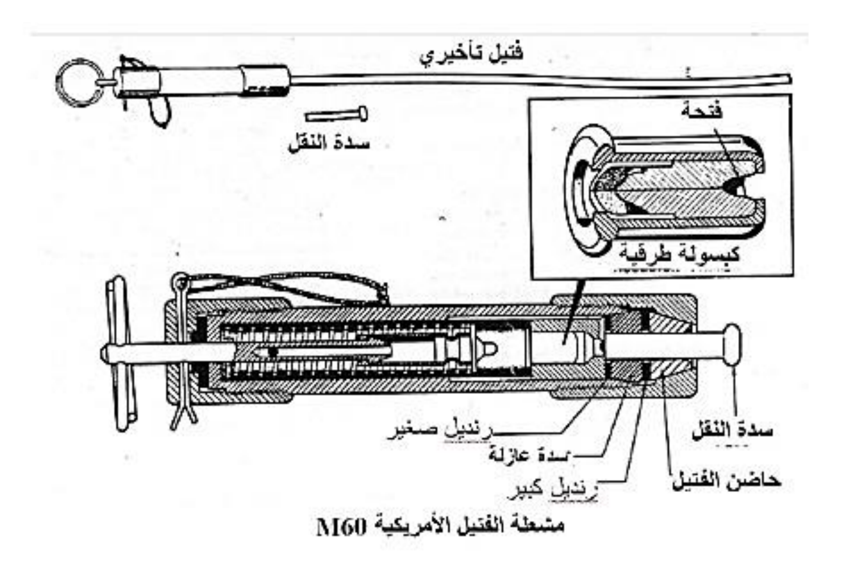
– عند اتخاذ قرار التفجير من القائد يجب أن يتأكد من كل فريقه أن كل شخص فيهم استلم القرار من خلال جهاز الاتصال.

طرق تفجير الصواعق

يوجد العديد من المشعلات لتفجير الصواعق حسب الاحتياج، وقد صنفت هذه المشعلات إلى عدة أصناف بحسب نوعية المشعل.

أولا: المشعلة الميكانيكية Mechanic *Igniter*:

تم تصميمها واستخدامها في الحرب العالمية الثانية، وهي عبارة عن أداة عملية لإشعال الفتيل في كافة الظروف المناخية المحيطة. و فكرة عملها هي: ماسورة شد عادية متصلة بقطعة نحاسية أو حديدية و منها بلاستيكي حاليا، تحتوي على كبسولة وفيها فتحة لتثبيت الفتيل بواسطة برغي تثبيت. يوجد فيها عدة ثقوب جانبية لتخفيف الضغط الناتج عن الاحتراق بعد ضرب الكبسولة و اشتعال الفتيل (يجب أن يكون رأس الفتيل موازيا لوسط هذه الثقوب). تغلق هذه الثقوب بواسطة شريط لاصق – بشرط احتراقه و فتح الثغور بعد الاشتعال – لعزل الفتيل عن الرطوبة. كما هو موضح في الرسم التالي في المشعلة الأمريكية M60 Fuze Igniter التي استخدمت في الحرب الفيتنامية:

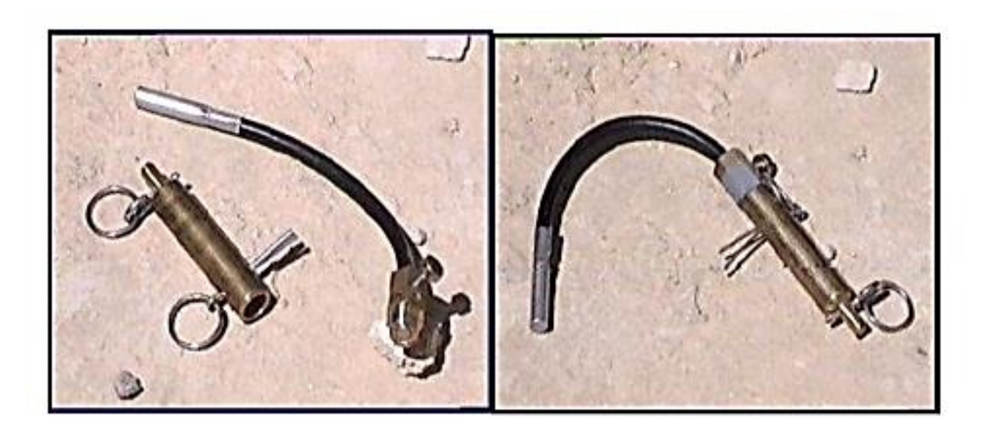


مشعلة الفتيل الأمريكية M60





M60 Fuze Igniter المشعلة الأمريكية





لمشعلة الميكانيكية M-2 المقاومة للماء



مشعل ميكانيكي يشعل الفتائل الاشتعالية يستخدم لمرة واحدة

ثانيا: المشعلة الكهربائية *Electric Igniter*:

تتكون المشعلة الكهربائية من مصدر كهربائي (البطارية أو ميناتور تفجير)

ملاحظة: يجب تثبيت الصاعق جيدا في داخل المادة المتفجرة قبل التفجير.







إميناتور التفجير القديم و الحديث

*** مشعل الفتيل الإشتعالي أو الصاعق العادي بالكهرباء Igniter Safety Fuze Electric**



هذا مشعل كهربائي من ماسورة نحاسية صمم بحيث يرتبط بالفتيل المشتعل أو الصاعق العادي بشرط أن يكون القطر متقارب من بين الجهتين. المشعل يتكون من ماسورة نحاسية أو من الألمونيوم مفتوحة من جهة الاتصال بالصاعق العادي أو الفتيل الإشتعالي. مقاومة المشعل الكهربائي تساوي ١,٣ اوم. يوجد حاليا مشعلات كهربائية تأخيرية بالمللي ثانية حسب الحاجة.

الماسورة الكهربائية لإشعال الفتيل:

هناك طريقة أخرى لإشعال الفتيل بواسطة مشعل كهربائي. هذا المشعل يمكن الحصول عليه من قص صاعق كهربائي. يتم وصل المشعل بالفتيل بواسطة أنبوب ألمنيوم صغير (٣سم) مثقوب في وسطه بثقبين (٣ملم) لتخفيف الضغط. تغلق هذه الثقوب بواسطة لاصق التب لعزل الفتيل عن الرطوبة. يتم وصل الفتيل والمشعل بأنبوب الألمنيوم بواسطة بنسة الكبس.



مشعل كهربائي

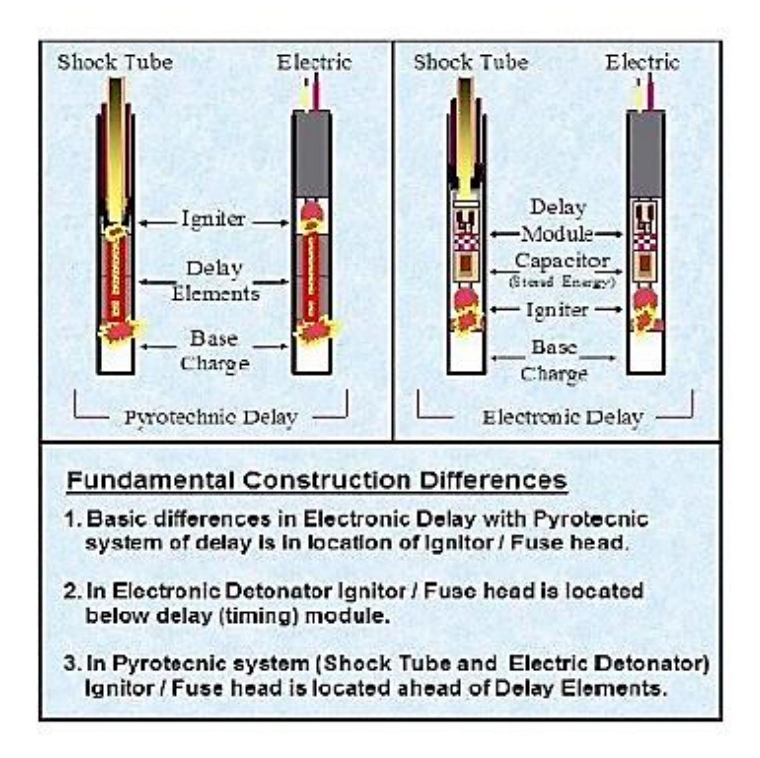
ثالثا: مشعلة أنبوبة الصدم Shock Tube Ignitor:

هي براعة اختراع جديدة حيث لا يستخدم فيها الكهرباء، و صممت في البداية للعمل في التطبيقات العسكرية، لكنها الآن تستخدم عسكريا و مدنيا، تستخدم لتفجير الصواعق العادية و إشعال الفتائل الإشتعالية و أي خليط اشتعالي. أنبوبة الصدم تعتبر آمنة جدا في الاستخدام بالمقارنة مع الكهرباء لأنها لا تتأثر بالموجات الكهرومغناطيسية. تتكون من أنبوب من الألمونيوم أو ستانلس ستيل رقم ٣١٦ stainless steel وحاليا أصبح يوجد منها أنبوبة صدم بلاستيكية. لا يستخدم فيها بطارية تفجير، وطولها يتراوح من ٣٠ متر و حتى ٣٢٠ متر حسب الحاجة، و هي ملفوفة على بكرة، تبقى فعالة لمدة ١٠ سنوات إذا استخدمت بشكل صحيح، يمكن إشعالها من خلال شد سلك الأمان فقط و الذي يحتاج قوة شد تساوي ٢,٧ كيلو جرام.



صاعق عادي مقعر لحظي مرتبط بأنبوبة صدم بلاستيكي

صاعق عادي تأخيري ٢٥ مللي ثانية مرتبط بأنبوبة صدم بلاستيكي



رابعا: مشعلة الاحتكاك Friction Ignitor:



مشعل الاحتكاك M-1 Friction Ignitor



مشعل احتكاك تأخيري لمدة ١٥ ثانية

خامسا: المشعلة الكيميائية Chemical Ignitor:



صاعق على هيئة قلم كيميائي تأخيري *Chemical Time-Delay Pencil Detonator*

سادسا: المشعلة النارية *Match* Ignitor:



الخليط الإشتعالي الموجود على رأس الأصبع الخشبي يتم اشتعاله من خلال الاحتكاك مع الشريط الإشعالى، لكن ما يميز هذا الاشتعال أنه عندما يشتعل يولد حرارة عالية و دخان لكن بدون لهب، لذلك في يستخدم في التطبيقات العسكرية لإشعال الفتائل الإشتعالية.

سابعا: المشعل الليزري **Laser Ignitor**:

نادرا ما يستخدم، و يتم تحفيز المتفجرات للانفجار من خلال ألياف بصرية.

الفتـــــائل Fuse

هي وسيلة نقل للموجة الانفجارية أو الشعلة من مكان إلى مكان آخر.

الفتائل تقسم إلى قسمين من حيث الوظيفة:

١. الفتائل الإشتعالية Burning Fuse.

٢. الفتائل الانفجارية Detonating Fuse.

أولاً: الفتيل الإشتعالي Burning Fuse

عبارة عن أنبوب (بلاستيكي – زفتي – قماشي) بداخله مادة مشتعلة وهو أحد وسائل نقل الشعلة. لا يحتاج إلى الأكسجين الخارجي لأنه جزء من مكونه الرئيسي، بمعنى أنه يمكن إشعاله تحت التراب وفي الماء شرط أن يكونا طرفي الفتيل خارج الماء وكذلك الغلاف الخارجي من النوع العازل.

خصائص الفتيل الإشتعالي:

– يعود تاريخ اكتشاف الفتيل الإشتعالي إلى القرن العاشر عندما كان يستخدمه الصينيون في الألعاب النارية على هيئة بارود أسود في ورقة ملفوفة ثم يقومون بإشعالها.

– استخدم ويليام بيكفورد الفتيل الإشتعالي لأول مرة عام ١٨٣١، واستخدم فيه البارود الأسود.

– كمية الغاز الناتجة من احتراق ١ سم من الفتيل الإشتعالي تساوي ١٥ – ٢٠ مل لتر غاز، معظمه من غاز ثاني أكسيد الكربون لكن يوجد أيضاً نيتروجين وأول أكسيد الكربون وأول أكسيد النيتروجين.

– يجب عدم ثني الفتيل حتى لا تتباعد حبيبات البارود عن بعضها.

– يجب عزل طرفي الفتيل عند التخزين بمادة عازلة، حتى لا تتسرب الرطوبة إلى الفتيل.

– قبل استخدام الفتيل نقوم بأخذ قطعة منه لتجريبها (قياس زمن اشتعال الفتيل).

– الفتيل الإشتعالي العسكري يكون لونه أسود أو أخضر جيشي والتجاري لونه برتقالي فسفوري لتمييزه عن الفتيل المتفجر الذي يأتي بألوان فاتحة، مع العلم يوجد الكثير من الألوان حسب الدول والشركات المصنعة.

– تستخدم في تفجير الصواعق العادية.

– يوجد منه فتائل مضادة للماء ومنه فتائل غير مضادة للماء.

– بعض الفتائل التي تحتوي على ميزان أكسجين جيد تستخدم في المناجم والأنفاق لأن الغازات الناتجة من احتراقه لا تكون سامة.

– بعض الفتائل عندما تشتعل لا يمكن رؤية نيران اشتعالها، بمعني يكون احتراقها داخلي فقط وفي بعض الفتائل يمكن رؤية نيران اشتعالها، فيكون احتراقها داخلي وخارجي.

– لا فرق بين الفتائل الإشتعالية المختلفة في سرعة الاشتعال من حيث الشكل ولكن يمكن التمييز بينهم بإشعال قطعة فتيل، فالفتيل البطيء سرعته ١ سم في الثانية تقريباً أما الفتيل السريع فسرعته ٣٠ سم في الثانية، أما الفتيل اللحظي فسرعته قد تصل ٣٣ متر في الثانية.

– سرعة اشتعال الفتيل التأخيري تختلف باختلاف نوع الفتيل وحتى باختلاف لفة الفتيل أحياناً، لذلك يجب دائماً فحص عينة من نفس الفتيل قبل استخدامه.

– تتغير سرعة الاشتعال باختلاف الظروف المحيطة كالتغير الكبير في درجة الحرارة.

– التأكد من سرعة الفتيل يجب أن تتم في نفس مكان استعماله. وينبغي أخذ الاحتياط الكامل عند استعماله تحت الماء لأن سرعة الاشتعال ترتفع باضطراد مع العمق. لذلك يجب فحص عينة تحت الماء إذا ما أريد استخدام الفتيل تحت الماء.

– على درجات الحرارة المنخفضة جداً يصبح الغلاف الخارجي هشاً ويتكسر بسهولة.

– الفتائل الإشتعالية العسكرية الأمريكية يوجد منها نوعين:

"Safety Fuse" و "M 700 Time Fuse".

أقسام الفتيل الإشتعالي:

إذا أخذنا مقطع عرضي للفتيل فإننا سنجده يتكون من الأقسام التالية:

١. غلاف خارجي: ويوجد منها عدة أنواع:

– **بلاستيكي**: ويستخدم في الأماكن العالية الرطوبة وسائر الأماكن، وهو الأكثر شيوعاً في الاستخدام ونجده بألوان مختلفة.

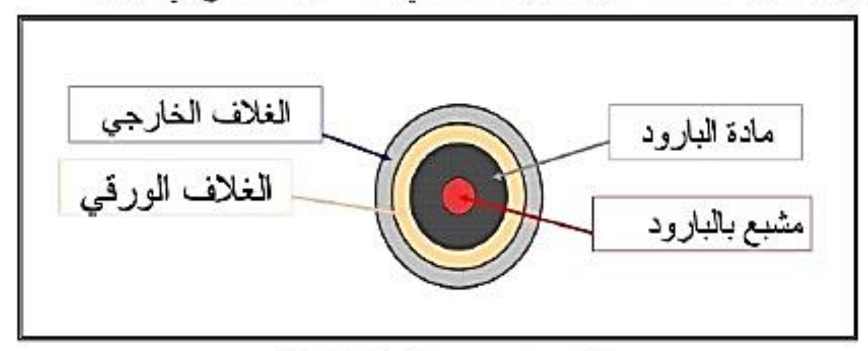
– **زفتي**: ويستخدم في الأماكن الرطبة.

– **قطني أو قماشي**: ويستخدم في الأماكن الجافة.

٢. **غلاف داخلي (خيوط كتان):** وهو من القماش ملفوف بعكس الغلاف الأول.

٣. **البارود:** أسود مائل لونه إلى الرمادي.

٤. **خيط مشبع بالبارود:** دوره المحافظة على استمرار الشعلة في حالة حدوث انقطاع في البارود.



قطاع عرضي في الفتيل الإشتعالي

وينقسم الفتيل الإشتعالي إلى ثلاث أنواع من حيث السرعة:

١. الفتيل البطيء Slow Match.

٢. الفتيل السريع Quick Match.

٣. الفتيل اللحظي Instantaneous Match.

١. الفتيل الإشتعالي البطيء Slow Match Fuse:-

- سرعته: ٠,٥ – ٣,٥ سم/ث حسب الدولة المصنعة، وفي دولة العدو يستخدموا فتيل سرعته ٣ سم/ث. يستخدم الفتيل لإعطاء مدة أمان ليتمكن العناصر من الابتعاد عن مكان الانفجار. لذلك يسمى الفتيل الأمن Safety Fuse.



فتيل اشتعالي بطئ، اشتعاله داخلي خارجي



فتيل اشتعالي بطئ، سرعة اشتعاله ٠,٦ سم/ثانية



فتيل اشتعالي بطئ مقاوم للماء قطره ٥,٥ ملم وسرعة اشتعاله ١ سم/ثانية



فتيل اشتعالي بطئ مقاوم للماء، سرعة اشتعاله 1 سم/ثانية
.



فتيل اشتعالي صيني الصنع غير مقاوم للماء،
سرعة اشتعاله ١ سم /ثانية



فتيل بيكفورد، سرعة اشتعاله ١ سم/ثانية



فتيل اشتعالي بطئ، سرعة اشتعاله ١,٣ سم/ثانية



فتيل اشتعالي ألماني، سرعة اشتعاله ٣,٥ سم/ثانية

٢. الفتيل الإشتعالي السريع Quick Match Fuse:-

- سرعته: من ٢٧- ٩٠ سم/ث.
- البارود في الفتائل السريعة يكون انعم نسبياً.
- يستخدم في الشراك الخداعية أو كشرك حيث يتم انفجار العبوة والفتيل فور إشعاله مما يؤدي إلى انفجار العبوة في المنفذ.
- لا يمكن تمييزه من حيث الشكل مع الفتيل البطيء لذا قبل إشعال أي فتيل نقوم بإشعال جزء من الفتيل عن طريق مسكه بواسطة كماشة.


فتيل اشتعالي سريع، سرعة اشتعاله ٦٠ سم/ثانية

٣. الفتيل الإشتعالي اللحظي Instantaneous Match Fuse:-

- يستخدم فيه البارود الأسود والنيتروسليلوز.


فتيل اشتعالي سريع، سرعة اشتعاله ٥ متر/ثانية


شريط اشتعالي عريض، سرعة اشتعاله ١٠ متر/ثانية


فتيل L1A1 الإشتعالي اللحظي

- طول البكرة ٧٠ متر.
- قطر الفتيل ٥,٢ ملم.
- سرعة الاشتعال ٣٣,٥ متر/ثانية.
- عمره الزمني ٣ سنوات.

طريقة تثبيت الفتيل البطيء في الصاعق العادي:

- نقوم بتهيئة الفتيل عن طريق قطع أحد أطرافه بشكل عامودي ٩٠ درجة مئوية والطرف الآخر بزاوية ٤٥ درجة مئوية.
- نقوم بإدخال الفتيل من الجهة العامودية في الصاعق بهدوء أو بشكل برم حتى يسهل عملية الدخول بسهولة له وعندما نشعر بصعوبة في إدخاله نتوقف.

- نستخدم كماشة أو بنسة، ونقوم بالضغط على طرف الصاعق العلوي لتثبيت الفتيل داخل الصاعق.
- يمنع الضغط بقوة على جسم الصاعق وبالتالي الضغط على الفتيل مما يؤدي إلى انفجار الفتيل بعد اشتعاله لانحباس الغازات. علماً أن هناك بعض الأدوات الآمنة للتعامل مع الصواعق الفتائل يفضل توفيرها.
- إدخال الصاعق داخل العبوة عند العمل فقط.

ملاحظة: أثناء تثبيت الفتيل بالصاعق يكون كعب الصاعق باتجاه منطقة ميتة وبعيد عن الجسم.



مثال على أغبى تصرف يمكن أن يقوم به الشخص وهو ضغط الصاعق بالأسنان

طريقة إشعال الفتائل الاشتعالية:

لإشعاله نقوم بالخطوات التالية:

- قبل العمل في هذه الفتائل نقوم بقص ١٠ سم من بداية الفتيل ونتلفها، والسبب يعود أنه من الممكن أن تكون الفتيلة فاسدة أو رطبة. ثم نقطع الطول الذي نحتاجه وذلك حسب مدة التأخير التي نريدها.
- نمسك الفتيل من جهة ٤٥ درجة المراد اشتعالها، وذلك في حال عدم وجود المشعل العسكري الميكانيكي مثل M60.



- نمرر الفتيل بين الأصابع بحيث نجعل الفتيل تحت الوسطى وفوق السبابة والبنصر، ثم نقوم بتثبيت رأس عود الثقاب على رأس الفتيل وعلى الوسطى ونضغط على العود بالإبهام، ثم نمرر علبة الكبريت على العود لإشعاله. ونعرف أن الفتيل اشتعل بمجرد خروج شرارة متصلة من الفتيل.



ملاحظة: يمكن إشعال أكثر من فتيل بواسطة فتيل واحد، وذلك بعد قطع الفتائل المراد إشعالها، بزاوية ٤٥ درجة ليسهل اشتعالها، وزيادة في الضمان نقوم بوضع رأس عود الكبريت بينهما ولفهما بشريط لاصق. وتستخدم هذه التوصيلة بين الفتائل الاشتعالية البلاستيكية من الخارج.



- يمكن كذلك التوصيل بين الفتائل الاشتعالية البلاستيكية بالطريقة التالية.



- في الفتائل الاشتعالية التي تشتعل داخلياً وخارجياً يمكن ربطها بالطريقة التالية، بشرط ربط ١٠ سم على الأقل بين الفتيلين.

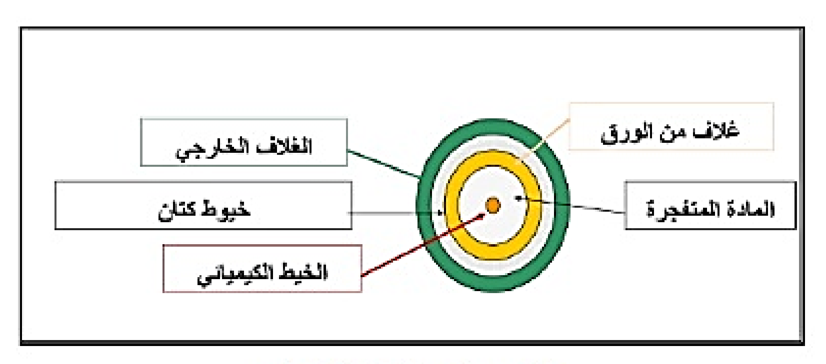


ثانياً: الفتيل الانفجاري

هو وسيلة نقل للموجة الانفجارية. وهو يحتوي على مواد نصف حساسة، بمعنى أنه يجب أن يتلقى الموجة الانفجارية ليقوم بنقلها سواء كان ذلك من تفجير صاعق أو شحنة متفجرة ملامسة له، ويسمى الفتيل الانفجاري أحياناً بفتيل الكورتكس.

أقسام الفتيل الانفجاري:

١. غلاف بلاستيكي خارجي (يأتي بألوان مختلفة).
٢. خيوط كتان لحفظ المواد.
٣. غلاف من الورق.
٤. المواد المتفجرة: RDX أو بيتان PETN أو HMX.
٥. خيط كيميائي.



مقطع عرضي للفتيل الانفجاري

خصائص الفتيل الانفجاري:

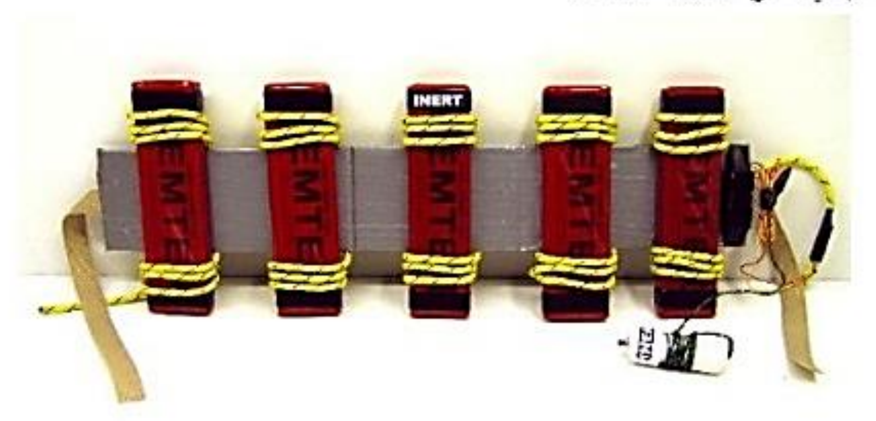
- الفتائل الانفجارية تسمى تجارياً بريماكورد Primacord، Primex، Detacord Detonating Fuse، كوردتكس Cordtex.





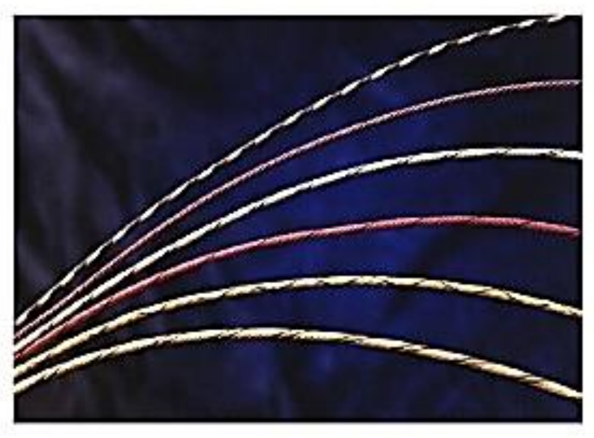
- يحتاج إلى موجة انفجارية بواسطة صاعق أو شحنة متفجرة لتفجيره.
- يعتبر بمثابة صاعق للعبوات التي لا تحتوي على صاعق.
- يمكن أن نفجر عدة حشوات في آن واحد باستخدامه.
- يمكن عمل وصلات وتفريعات منه بسيطة ومركبة.
- سرعة انفجاره من ٥٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ م/ث حسب نوعه.

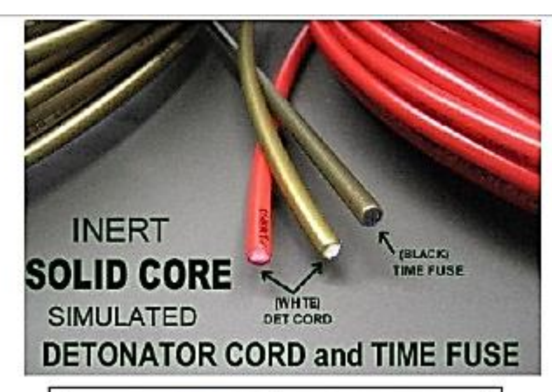
- يحتوي على مواد نصف حساسة مثل PETN أو RDX أو HMX.
- يمكن أن ينفجر إذا تعرض بقوة شد قدرها (١٥) كجم /سم^{٢}.
- يحترق ببطء.
- الغلاف يكون دائماً مادة بلاستيكية.
- يمكن استخدامه في قطع الأشجار أثناء الحرب والسلم.
- يستعمل الفتيل الانفجاري في معظم عمليات النسف في حال توفره وذلك لسهولة وأمان التعامل معه. كما يمكن استعماله تحت سطح الماء في حال إبقاء طرفيه خارج الماء أو عزلهما عن الماء.
- لا يستعمل تحت الماء بعد أكثر من عشر ساعات.
- يمنع تعريضه لحرارة الشمس لفترة طويلة.
- يمكن أن يستخدم في صنع الأحزمة الناسفة.



- هذا الفتيل لا يفقد خصائصه عند تعرضه لأشعة الشمس ولكن الغلاف يصبح قاسياً.
- يجب تجنب طي وحرف الفتيل بزوايا ضيقة لإمكانية انحراف الموجة الانفجارية وبالتالي توقفها.

ملاحظة: لا نعتمد لون الفتيل الخارجي في التفريق بين الفتائل الإشتعالية والفتائل الانفجارية، فلكل دولة بيئة استخدام للون الذي تعتمد وإنما نفرق بينها بلون المحتوى، ففي الفتيل الإشتعالي يوجد (بارود رمادي اللون) وفي الفتيل الانفجاري يوجد (مادة متفجرة بيضاء اللون).







INERT - NON HAZARDOUS





DETONATING CORD – 10 الفتيل المتفجر الأبيض

– يحتوي على ١٠ جرام بيتان لكل واحد متر. – السرعة الانفجارية: ٦٨٠٠ متر/ثانية.

– قطره ٤,٧٥ ملم.



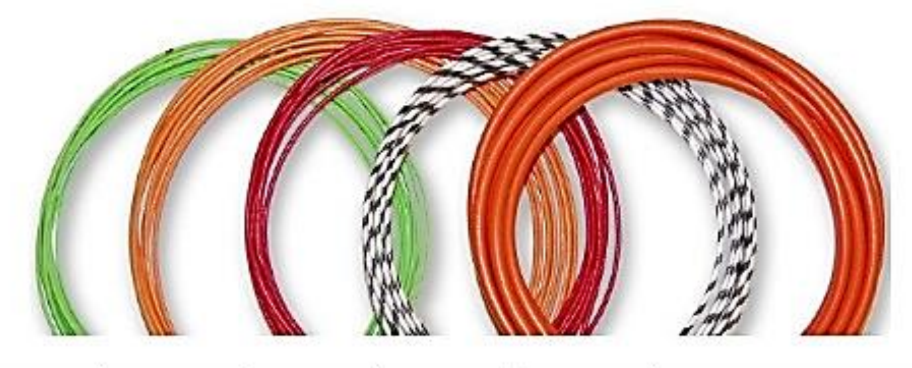
الفتيل المتفجر الأزرق DETONATING CORD – 5

- يحتوي على ٥ جرام بيتان لكل واحد متر.
- السرعة الانفجارية: ٦٨٠٠ متر/ثانية.
- قطره ٤,٣ ملم.



الفتيل المتفجر L5A1

- كل بكرة تحتوي ٧٠ متر.
- مقاوم للماء.
- السرعة الانفجارية ٦٠٠٠ متر/ثانية.
- قطره ٥,٥ ملم.
- يعمل في درجة حرارة – ٤٠ إلى + ٧٠.
- العمر الزمني له ١٠ سنوات.
- كل متر من الفتيل يحتوي ١٠ جرام من مادة PETN.



قطر الفتيل (ملم)	١١,٥	٨,٠	٦,٦	٥,٠	٣,٠
كمية المتفجرات (جم)	٨٠	٤٠	٢٠	١٢	٦
السرعة الانفجارية (م/ث)	6800	6800	6800	6800	6800

- توجد فتائل تحتوي على ١٢٠٠ جرام لكل واحد متر تستخدم في أغراض خاصة.

توصيلات الفتائل الانفجارية

١. توصيل فتيل متفجر بصاعق:



وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



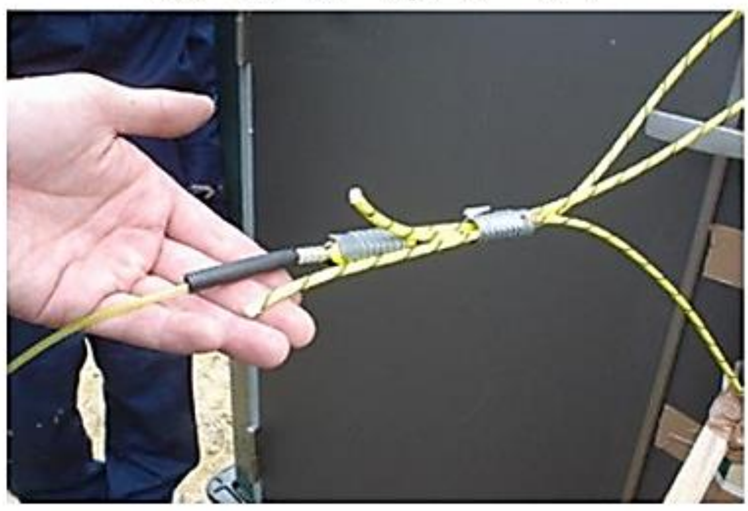
وصل صاعق كهربائي بالفتيل الانفجاري



طريقة ربط صاعق عادي بثلاث فتائل انفجارية



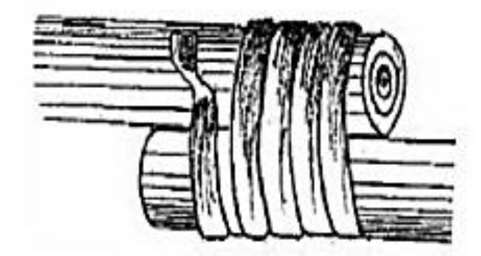
وصل صاعق طرفي (عادي) بالفتيل الانفجاري



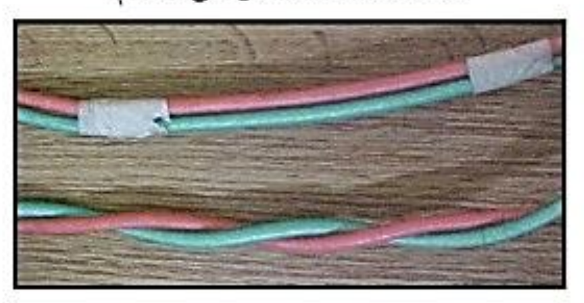
وصل صاعق طرفي (عادي) بالفتيل الانفجاري

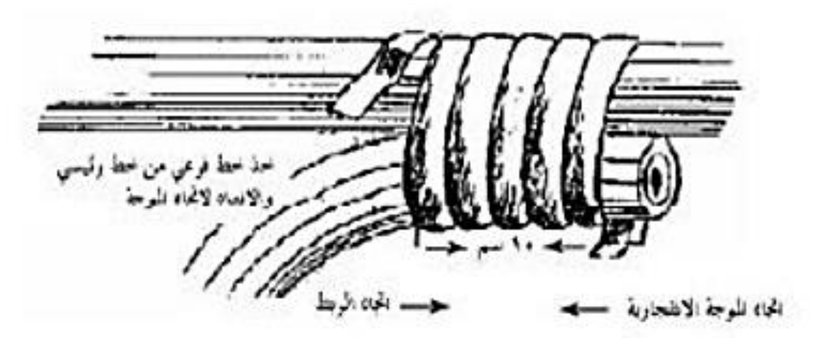
٢. توصيل فتيل متفجر بآخر:

- **بطريقة الملامسة:** على أن تكون مسافة الملامسة لا تقل عن ١٠ سم، ويتم التثبيت بواسطة شريط لاصق أو سلك ويشد بقوة وتستعمل هذه الطريقة لإكمال خط رئيسي أو لأخذ خط فرعي من خط رئيسي كما هو موضح بالشكل، والانتباه لاتجاه الموجة الانفجارية عند ربط الخط الفرعي لأنه إذا كان عكس الموجة فسوف ينقطع الانفجار.



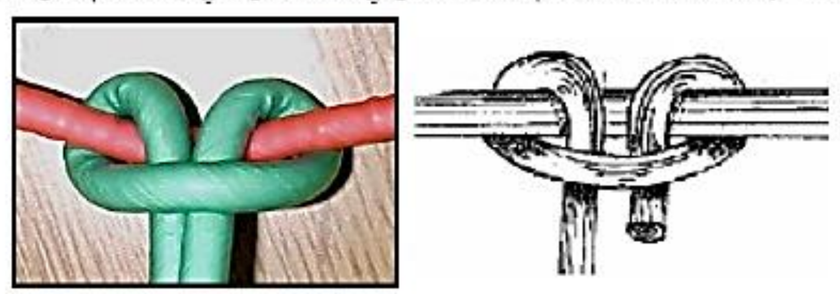
مسافة الملامسة لا تقل عن ١٠سم



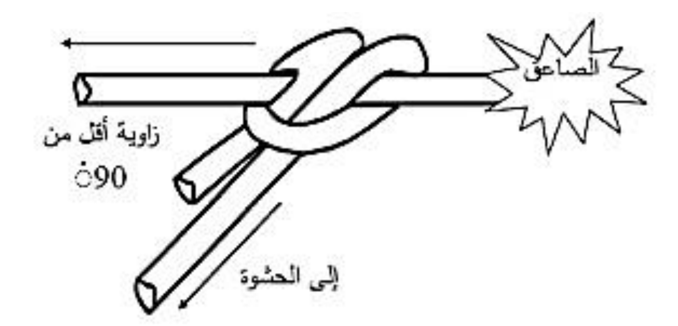


اتجاه الموجه الانفجارية

- **بطريقة عقدة ورقة الشجر أو الفراشة:** تستخدم لأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند عدم معرفة اتجاه الموجة.

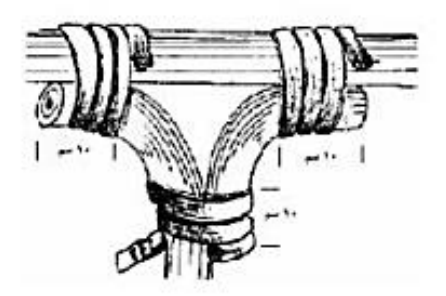


عقدة ورقة الشجر أو الفراشة



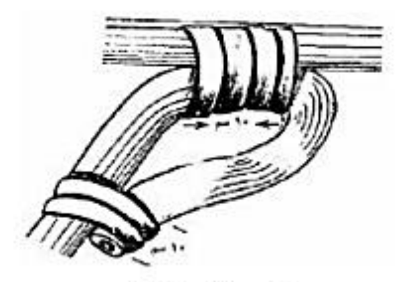
ملاحظة: يجب أن تكون الزاوية المؤلفة بين الفتيل الرئيسي والفتيل المتفرع أقل من ٩٠ درجة.

- **بطريقة حرف Y**: لأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند معرفة اتجاه الموجة، على أن تكون مسافة الملامسة للأطراف لا تقل عن ١٠ سم.



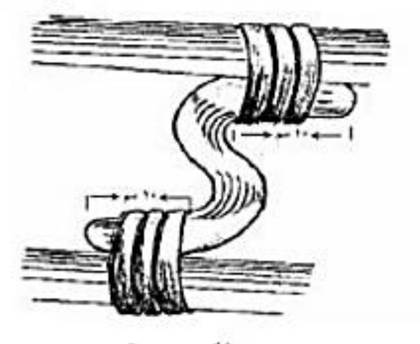
توصيلة حرف Y

- **بطريقة حرف P**: وتستخدم أيضاً بأخذ خط فرعي من خط رئيسي وعند عدم معرفة اتجاه الموجة، على أن لا تقل مسافة الملامسة عن ١٠سم.



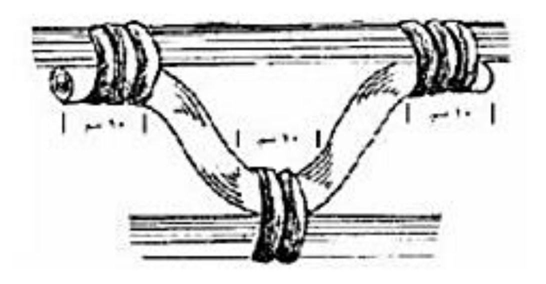
توصيلة حرف P

- **بطريقة حرف S**: وتستخدم عند معرفة اتجاه الموجة، ولتوصيل خط رئيسي، وبالإمكان وضع حشوة في هذه التوصيلة.



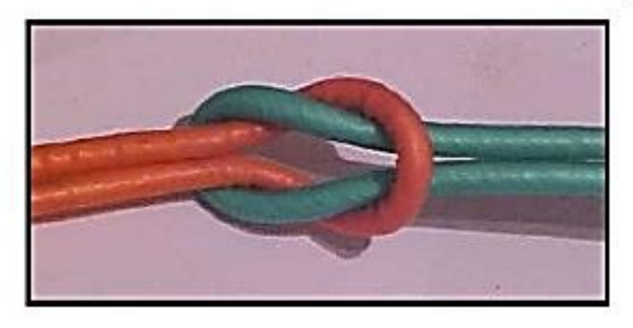
توصيلة حرف S

- **بطريقة حرف U:** وتستخدم عند عدم معرفة اتجاه الموجة، ولتوصيل خط رئيسي، بحيث تكون مسافة التلاقي لا تقل عن ١٠ سم.



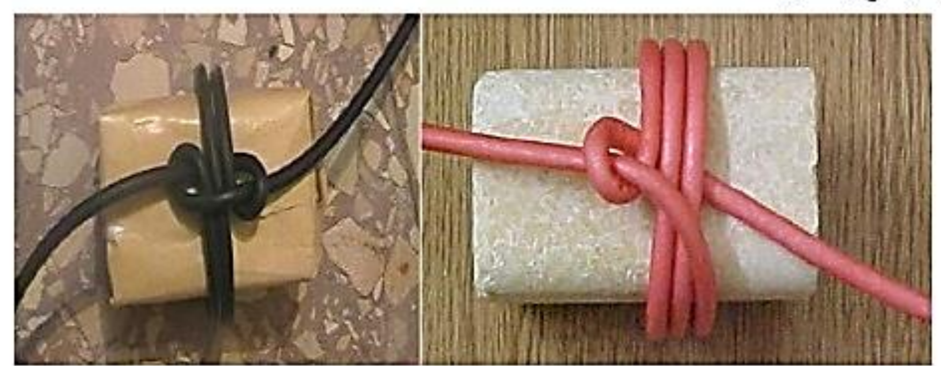
توصيلة حرف U

- **بطريقة الطرفين المجدولين:**



٣. وصل الفتيل بالحشوات:

- **فإذا كانت المادة المتفجرة صلبة** مثل TNT فيجب حفر ثقب في المادة بقدر قطر الصاعق تقريباً، بحيث يكون الصاعق في منتصف القالب تقريباً. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري فنقوم بعقد الربطة الوتدية حول القالب ونشدها جيداً كما هو موضح بالشكل.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري على قالب TNT

- **فإذا كانت المادة المتفجرة عجينية** مثل C4 فيجب وضع الصاعق في منتصف المادة تقريباً، كما ويجب لف المادة العجينية بعد وضع الصاعق بلاصق أو ورق وشده بواسطة خيط حتى لا يتحرر الصاعق من مكانه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع. وأما إذا كان المستخدم فتيل انفجاري يفضل عمل ربطة المشنقة ووضعها في داخل المادة العجينية وتثبيتها جيداً مع المادة.



طريقة ربط الفتيل الانفجاري لوضعه داخل المواد العجينية

الأدوات المستخدمة للتعامل مع الصواعق

بنسة الصاعق M2:

وتستعمل لكبس الصاعق الإشتعالي على الفتيل التأخيري أو الفتيل الانفجاري. كبس الصاعق على الفتائل يجب أن يكون كافياً لضمان عدم انفصال الفتيل عن الصاعق ولكن الكبس لا يجب أن يكون كبيراً بشكل أنه يؤثر على احتراق البارود أو انفجار المواد في الفتائل. البنسة M2 مصممة لتكبس بمقدار معين ومناسب للشرط المذكور آنفاً. الجزء الخلفي من فكي البنسة حاد ويمكن استعماله لقطع الفتائل الانفجارية والاشتعالية. إحدى ذراعي البنسة ذا رأس دائري ومحدب ويستعمل لفتح فجوة للصاعق في المواد المتفجرة. رأس الذراع الأخرى مصنوع على شكل مفك للبراغي.







سلسلة التفجير Explosive Train

تعريف:

هي سلسلة ترتيب المواد المتفجرة من المواد المتفجرة الحساسة إلى المواد المتفجرة النصف حساسة ومن ثم إلى المواد الأساسية الخاملة. ويطلق على سلسلة الانفجار الأسماء التالية، **سلسلة التحفيز Initiation Sequence** أو **خط النار Firing Train**.

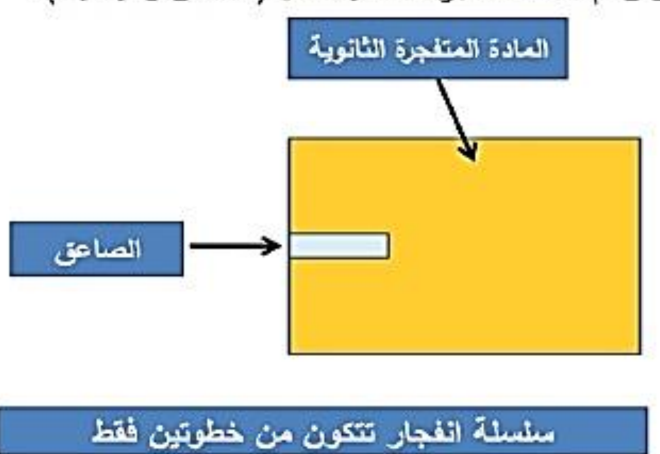
يوجد نوعين من سلاسل الانفجار:

١. سلسلة المتفجرات الضعيفة (المشتعلة) Low-Explosive Trains:

مثال عليها: سلسلة تحفيز انطلاق المقذوفات الخفيفة والثقيلة، والتي تتكون من بادئ الكبسولة ومن ثم المادة الدافعة. نلاحظ أن هذه السلسلة تتكون من خطوتين فقط.

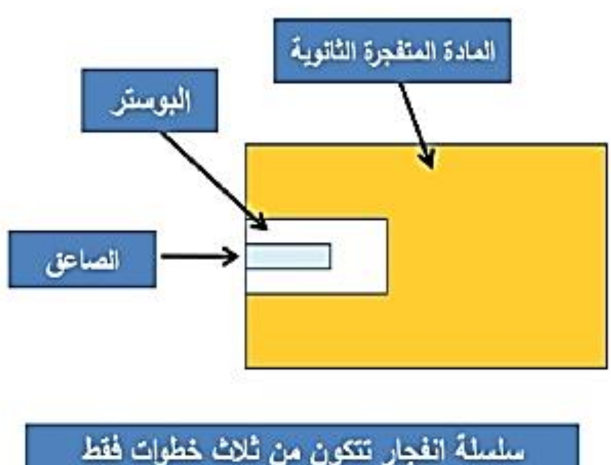
٢. سلسلة المتفجرات القوية (المتفجرة) High-Explosive Trains ويوجد منها:

– **خطوتين:** تبدأ بالصاعق ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق والديناميت).



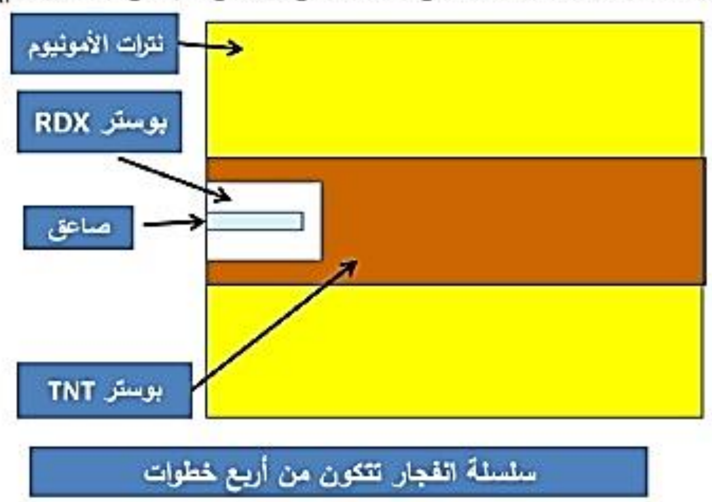
سلسلة انفجار تتكون من خطوتين فقط

– **ثلاث خطوات:** تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، مادة متفجرة أساسية TNT).



سلسلة انفجار تتكون من ثلاث خطوات فقط

– **أربع خطوات:** تبدأ بالصاعق ثم البوستر Booster، ثم بوستر آخر ومن ثم المادة المتفجرة الأساسية، مثل (الصاعق، بوستر RDX، بوستر TNT عمود وسط، مادة متفجرة أساسية نترات اليوريا أو نترات الأمونيوم).



سلسلة انفجار تتكون من أربع خطوات

لتقييم أي عملية انفجار فإننا نركز على نقطتين:

١. تحقيق الهدف من الانفجار، مثلاً تدمير مبنى كاملاً أو اختراق دبابة وتدميرها ..إلخ، وبذلك نحكم على مجمل عملية الانفجار بالنجاح الكامل أو الجزئي أو الفشل.

٢. انفجار كامل المادة.

فكما هو معلوم لدينا أن المتفجرات السريعة تصنف إلى عدة أنواع:

١. مادة بادئة حساسة (بادئ انفجار).

٢. مادة ثانوية حساسة (مادة متفجرة نصف حساسة).

٣. مادة ثانوية خاملة (حشوة رئيسة).

حيث أن عملية الانفجار تقسم إلى ثلاث حالات من حيث نتيجة الانفجار:

– **انفجار تام:** انفجار كامل المادة.

– **عجز انفجار:** انفجار جزء من المادة فقط.

– **فشل انفجار:** عدم انفجار المادة.

- **عندما نقوم بترتيب المواد المتفجرة في أي انفجار يجب مراعاة الأمور التالية:**

١. **الحساسية:** مدى استجابة المادة للمحرض الخارجي. مثل: الحرارة، الطرق، الاحتكاك..إلخ.

٢. **السرعة:** سرعة تحول المادة إلى غاز (سرعة الغازات المنطلقة).

٣. **القوة:** قوة تأثير المادة، وتقاس نسبة إلىTNT. فمثلاً قوة النيتروجليكول = ٢ من TNT.

٤. **الشراسة:** وتقاس نسبة إلى TNT. فمثلاً شراسة HMX – ١,٣٥ من TNT.

٥. **النقاوة:** نسبة وجود الشوائب في المادة.

٦. **الكثافة:** ونقصد بها الكثافة النوعية للمواد المتفجرة. و(الكثافة المطلقة لكل مادة متفجرة).

ولإتقان التعامل مع سلسلة التفجير يجب دراسة خواص المواد المتفجرة جيداً قبل استخدامها في العبوات المطلوبة لتحقيق الهدف الأساسي من الانفجار وضمان الانفجار الكامل لكل المادة المتفجرة.

ولفهم تأثير الانفجار فإننا نلخصه في ثلاث عبارات:

١. حجم الغازات الناتج عن التفجير.

٢. سرعة هذه الغازات.

٣. درجة الحرارة الناتجة عن عملية التفجير.

علاقات وقواعد مهمة في سلسلة التفجير يجب الانتباه لها عند توظيف المتفجرات:

- كلما زادت كثافة المادة (الكثافة المطلقة) كلما زادت قدرتها (قوتها وشراستها)، والعكس صحيح.
- كلما زادت الكثافة انخفضت حساسية المادة والعكس صحيح، لذلك فهي تحتاج إلى محرض (صاعق) قوي وعنيف.
- كلما زادت درجة نقاوة المادة المتفجرة الخاملة زادت حساسيتها إلى حد معين وهو عدم قدرتها للتحول إلى مادة حساسة، والعكس صحيح.
- كلما كان الصاعق ضعيفاً كلما ازداد صعوبة تحول المادة المتفجرة الخاملة إلى غاز خلال فترة قياسية، وقد يحدث فشل في الانفجار أو انفجار جزئي.
- الحساسية مرتبطة بقدرة المادة على التحول إلى غاز وليست مرتبطة بسرعة تحولها إلى غاز.
- كلما زاد حصر المواد المتفجرة الخاملة الضعيفة مثل نترات الأمونيوم أو نترات اليوريا (حتى نسبة معينة) زاد في سرعة الغازات الناتجة عن الانفجار مما يجعل الضغط الناتج عنها يزداد والأثر التدميري لها يكبر.

شروط ترتيب سلسلة التفجير (خط النار):

١. ترتيب وضع المواد وفقاً لـ (الحساسية الأكثر حساسية أولاً، السرعة الأسرع أولاً، القدرة الأكثر قدرة أولاً، النقاوة الأنقى أولاً، الكثافة) ويكون الترتيب وفقاً لتسلسل ذكر الخواص.

٢. يجب أن تكون المادة الحساسة في داخل المادة التي تليها الأقل حساسية، وملامسة لها من معظم الاتجاهات.

٣. يجب مراعاة التجانس في الطبقة الواحدة للحشوة (كامل المادة المتفجرة) عند الترتيب حتى ولو كان من نفس نوع المادة، فلا يصح خلط الـ TNT المطحون مع الصلب في نفس الطبقة مثلاً.

٤. نوع وقدرة البادئ (الصاعق) يلعب دور رئيسي في عملية ترتيب المواد ويجب التنبه له جيداً، فمثلاً إذا كان لدينا صاعق ضعيف مثل بيرو كسيد الأستون (الثلج الأبيض) وTNT صلب وآخر مطحون، فيجب ترتيب المواد كالتالي الثلج في البداية ومن ثم الـ TNT المطحون وبعده الـ TNT الصلب، ولو عكسنا المطحون بدل الصلب فلن يحصل انفجار (فشل).

وفي حين لو كان لدينا بادئ قوي مثل صاعق نظامي فان الـ TNT الصلب يأتي أولاً يليه المطحون، ولا يصح العكس لأنه لو عكسنا المطحون مع الصلب فسيحصل غالباً ضعف في الانفجار. واختلاف النتيجة بسبب اختلاف قدرة الصاعقين.

٥. حشوة البوستر مادة متفجرة ثانوية حساسة لها قدرة وسرعة عالية، وتستخدم في تحريض وتفجير المادة المتفجرة الخاملة، نسبتها في المادة الخاملة من (٢ إلى ٥)%، ويتحدد نوعها وكميتها بحسب حساسية وحجم ونوع المادة الخاملة

وكذلك على قدرة البادئ (الصاعق) دور حشوة البوستر هو نقل وتضخيم الموجة الانفجارية لضمان انفجار كامل الحشوة الرئيسة الخاملة، ويفضل أن يكون شكلها متناسب مع شكل الحشوة الرئيسة.

ملاحظة: كلما كانت قوة الصاعق أكبر وكذلك قدرة مادة البوستر كان انفجار العبوة تام وكان تأثير المادة الخاملة (الأساسية) أكبر.

لسهولة التعامل مع سلسلة التفجير فإننا نقوم بترتيبها بالمجمل وفقاً للقواعد التالية:

١. قدم المواد العسكرية مثل TNT على المواد المدنية مثل نترات الأمونيوم ونترات اليوريا.

٢. استخدم مادة أزيد الرصاص في حال وجودها أكثر من فلمنات الزئبق.

٣. في المتفجرات الخاملة الأساسية قدم المواد العجينية (البلاستيكية) على المواد الصلبة.

٤. في وجود الصاعق الضعيف قدم المواد البودرية الشكل على المواد الصلبة.

في وجود صاعق ضعيف ومادة متفجرة خاملة ذات كثافة عالية (صلبة)، قم بطحن جزء من المادة الخاملة لتقوم بدور حشوة البوستر وبنفس نسبة حشوة البوستر. واحرص أن تكون المادة المطحونة ملامسة للمادة الخاملة الصلبة، في وسطها وعلى كامل طولها ما أمكن.



٥. في المتفجرات المدنية مثل نترات الأمونيوم، اخلطها ببودرة الألمونيوم إن توفرت أو على الأقل اخلط جزء منها مع بودرة الألمونيوم. في حين تم خلط المواد المدنية مع بودرة الألمونيوم يقدم الخليط في السلسلة عن المادة المتفجرة الخاملة المدنية.

٦. في المتفجرات الصلبة ضعيفة الحساسية المدنية قم بطحن كامل المادة لضمان انفجار كامل لها، واحصرها في وعاء معدن سمكه من ٠,٥ إلى ٢ سم بحسب كمية المادة للحصول على قوة أكبر للمادة.

٧. احرص على عدم إطالة سلسلة التفجير في المواد الخاملة لتجنب حدوث خلل، والجأ لذلك عند الحاجة فقط.

مثال على توظيف سلسلة التفجير:

توفر لدينا صاعق (فيه فلمنات الزئبق)، متفجرات مدنية نترات اليوريا ٥٠ كجم، TNT صلب ١٠ كجم مع العلم أن TNT شحيح. رتب المواد وفقاً لقواعد سلسلة التفجير؟

الحل:

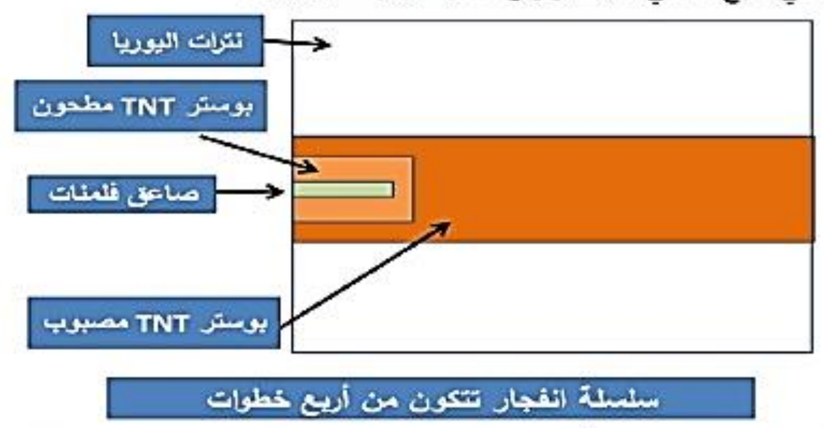
بما أنه لدينا صاعق ضعيف (فلمنات الزئبق) ومادة مدنية ضعيفة الحساسية والقوة، وبما أن TNT شحيح فإننا نقوم بالتالي:

١. نتأكد من نقاوة مادة نترات اليوريا أولاً من الأحماض والرطوبة، ثم نطحنها جيداً ويفضل خلطها مع بودرة ألمونيوم إن وجد لزيادة حساسيتها.

٢. نحتاج إلى ٢,٥ كجم من TNT، ونقوم بطحن ٣٠٠ جرام منه.

٣. نرتب سلسلة الانفجار كما في الصورة.

٤. نضع نترات اليوريا في كابح معدني سميك ونوفر الكمية الباقية منTNT.



سلسلة انفجار تتكون من أربع خطوات

ملاحظة: الصاعق النظامي في معظم الأحيان لا يفجر لغم الدبابات لكثرة الشوائب الموجودة فيه، لذا يجب استخدام حشوة مساعدة بوستر مناسبة كالـ C4 وفي حال تعذر وجود الحشوة المساعدة المناسبة فإننا نقوم بطحن جزء من المادة المتفجرة المستخدمة في اللغم ووضعها كبوستر علماً أن قدرة الانفجار ستقل نسبياً.

الموجـة الانفجارية Explosive Wave

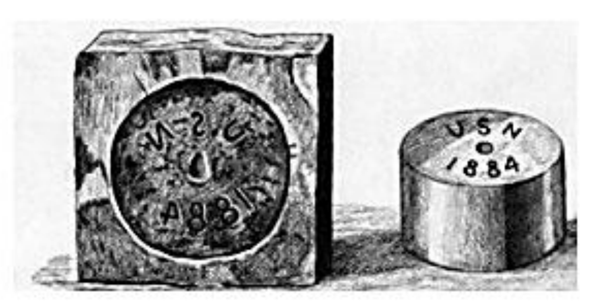
تعريف الموجة الانفجارية:

هي الغازات الناتجة والمتشكلة عن الانفجار والتي تؤدي إلى انقطاع وخلل مفاجئين في الخصائص الفيزيائية للمحيط نتيجة السرعة القصوى التي يتم بها التفاعل الانفجاري وما ينتج عنها من (صدمة، ضغط، حرارة). إن أساس هذه العملية هو التحلل الشديد لكمية صغيرة من المادة المتفجرة خلال فترة زمنية قياسية بواسطة صدمة موضعية أو نتيجة التسخين السريع حتى تصل إلى نقطة التحلل اللحظي.

نتيجة هذا الانفجار أو التحلل السريع للمادة المتفجرة يتولد عنه كمية كبيرة من الغازات والحرارة والضغط تؤثر على الطبقات المجاورة للمادة المتفجرة وكأنه صدمة جديدة تكرر العملية ذاتها على بقية أجزاء المادة المتفجرة والموجودة بالقرب من مركز الانفجار، تؤدي إلى انفجار كامل المادة، وتسمى هذه العملية بالتفاعل الذاتي الانتشار. إذ يكون التفاعل ذاتي الانتشار عندما تساعد الطاقة الناتجة عنه على استمراريته دون الحاجة إلى طاقة خارجية حيث أن التفاعلات الانفجارية تبدأ بمؤثر خارجي لكنها تستمر بفعل الطاقة المنبعثة منها.

تاريخ الموجة الانفجارية:

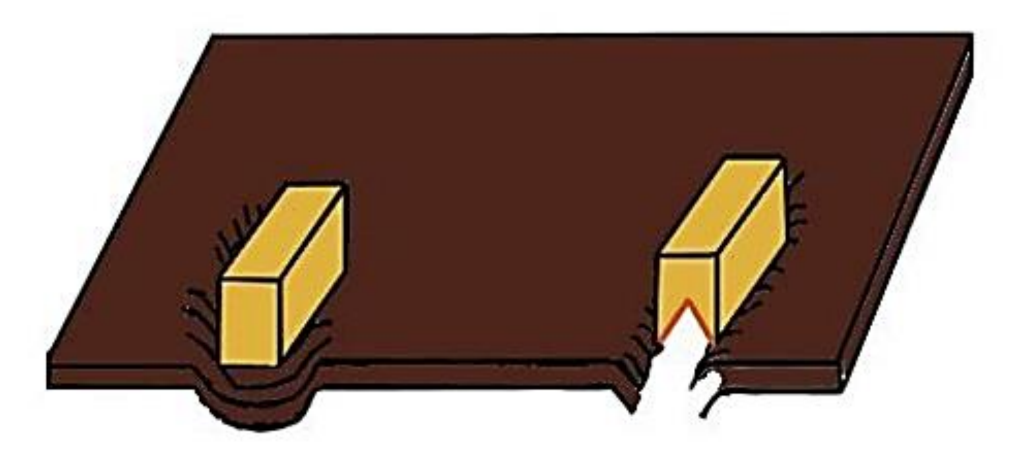
توسع علم المتفجرات وتنوع بعد اكتشاف الموجة الانفجارية ودراسة خواصها، وكان ذلك قدراً من قبل العالم الأمريكي (تشارلز إدوارد مونرو Charles Edward Munroe) في مركز الأبحاث بنيويورك وذلك عام (١٨٨٨م) حيث لاحظ عند تفجير البارود القطني داخل قالب محفور عليه (USN 1884) أنه ترك أثر على الجسم الملامس للقالب محفوراً علية نفس الأحرف، وقد عرف هذا الاكتشاف في حينها بظاهرة (مونرو). USN هي اختصار للكلمات التالية United States Navy والتي تعني الأسطول البحري الأمريكي. أما ١٨٨٤ فهي تاريخ إنتاج قالب البارود القطني.





تشارلز إدوارد مونرو

وتوالى بعدها تطوير هذه النظرية، حيث اكتشف العالم الألماني إيغون نيومان Egon Neumann عام ١٩١٠ أن TNT لو وضع على شكل مخروطي يمكنه اختراق الحديد بشكل أفضل عما لو كان بلوك مستطيل الشكل، ونشر هذا البحث في بريطانيا. في الصورة التالية نجد إذا وضعنا بلوك من TNT على لوح حديد وتم تفجيره سيكون الناتج انبعاج في الحديد فقط، في حين لو وضعنا بلوك TNT على هيئة مخروط سوف يتم تقطيع لوح الحديد.



عام ١٩٣٥م قام المهندس الكيميائي السويسري هنري موهابت Henry Mohaupt بالعمل على أسلحة مضادة للدروع تستخدم للمشاة، وفي عام ١٩٣٩ توصل إلى استخدام معدن كبطانة لعبوة الخرق وتوصل أيضاً إلى مسافة المباعدة Stand-off Distance لازمة لعملية الانفجار . عام ١٩٤٠ توجه الكيميائي السويسري إلى الولايات المتحدة وبلغهم بالاكتشاف وبدءوا بعمل أول سلاح مضاد للدروع يعمل على كل المفاهيم السابقة، وهو البازوكا Bazooka Project.

التجارب التي قام بها المهندس السويدي هنري موهابت Henry Mohaupt:

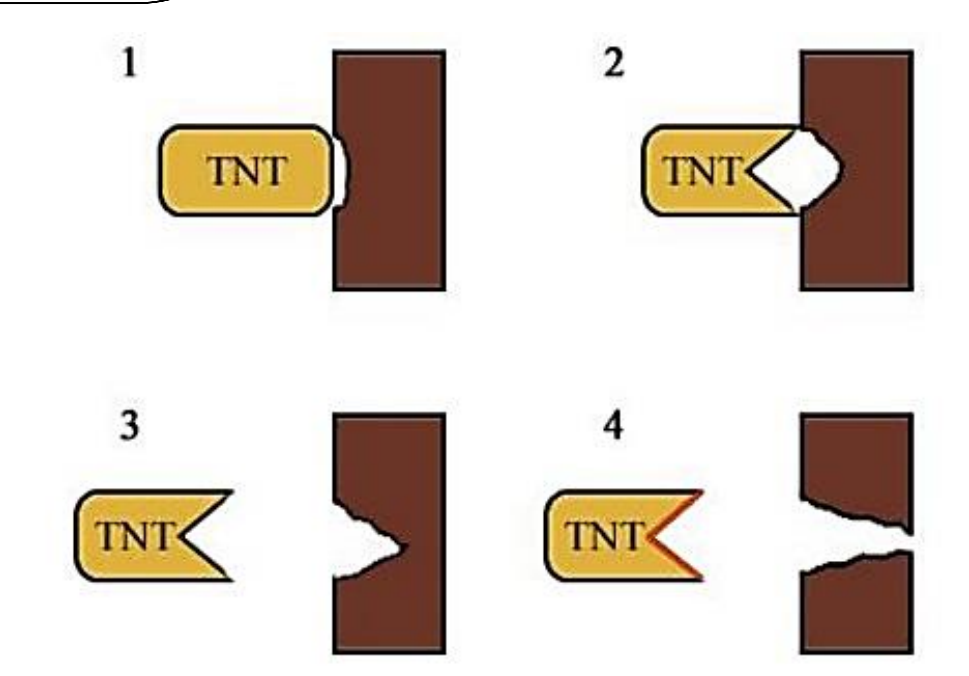
١) تفجير اسطوانة من مادة TNT ضد قطعة حديد صلب.

٢) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب بدون مسافة.

٣) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب مع مسافة لتشكل الموجة.

٤) تفجير اسطوانة من مادة TNT فيها تجويف ومبطنة بمعدن النحاس وتفجيرها ضد قطعة حديد صلب مع مسافة لتشكل الموجة.

* إن انفجار عبوة خرق موجهة ذات حجم معين من مادة متفجرة يساوي ١٠ أضعاف هذه المادة في عبوة غير موجهة.



في عام ١٩٤١ صمم الأمريكان صاروخ (٢,٣٦) بوصة المعروف باسم (بازوكا Bazooka)، واستخدم في الحرب العالمية بكثرة ضد الدبابات الألمانية.

في عام ١٩٤١ صمم الأمريكان صاروخ (٢,٣٦) بوصة المعروف باسم (بازوكا Bazooka)، واستخدم في الحرب العالمية بكثرة ضد الدبابات الألمانية.


M1A1 Bazooka

عام ١٩٤٠م كانت بريطانيا تعمل على إنتاج أول عبوة خرق وفعلاً قامت بتصنيع أول قنبلة تطلق من خلال كأس حديدي في مقدمة بندقية EY Rifle وسميت القنبلة Grenade, No. 68 /AT. ولكن بدون مسافة المباعدة وتعتبر هذه القنبلة هي أول سلاح يستخدم ضد الدروع High Explosive Anti Tank (HEAT) والتي كانت تخترق ٥٠ ملم في الحديد. وكانت تحتوي ١٥٦ جرام من خليط بينتوليت Pentolite. وتنفجر عندما تصدم في الدبابة.







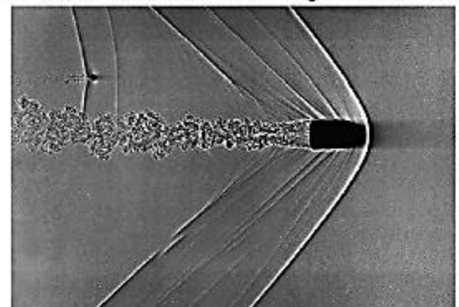
* أكبر عبوة خرق تم صناعتها في العالم كانت في الحرب العالمية الثانية على يد ألمانيا وكانت تسمى ميستيل **Mistel**، وهي عبارة عن طائرة قاذفة ألمانية ضخمة وتم تحويرها إلى عبوة خرق ضخمة، تحتوي على ١٧٢٠ كيلو جرام متفجرات وكانت تخترق ٧ متر في الحديد أو ٢١ متر في الباطون المسلح، قطر المخروط فيها يساوي ٢ متر وسمكه ٣٠ ملم وزاويته ١٢٠ درجة.



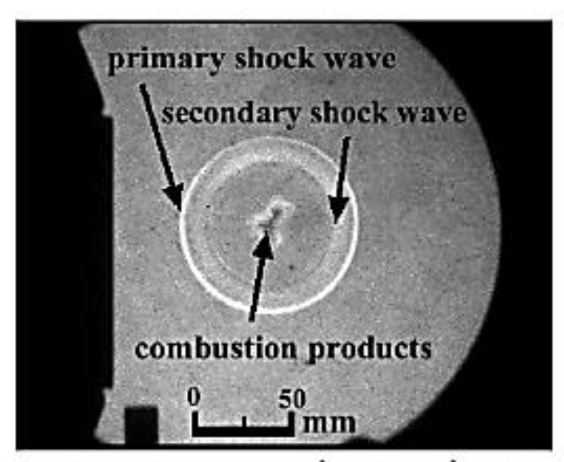
أنواع الموجات الانفجارية:



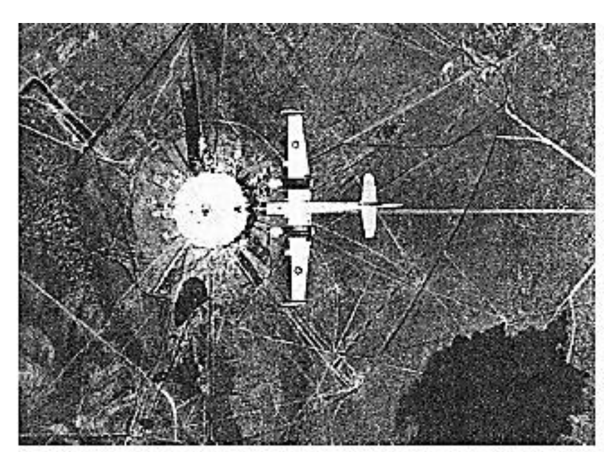
موجة انفجار دائرية متشكلة على سطح المحيط، تولدت من إطلاق القذائف من المدافع العملاقة



موجة انفجار متشكلة في الهواء، تولدت من إطلاق رصاصة



تصوير موجة انفجار مادة أزيد الفضة، أخذت بعد ١٥٦ مايكرو ثانية من بداية الانفجار



تشكل موجة انفجارية نتيجة انفجار قنبلة أسقطت من الطائرات في الحرب العالمية الثانية



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار ٥٠٠ طن من TNT



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار قذيفة من TNT



موجة انفجار تشكلت نتيجة انفجار قذيفة من TNT

الانفجار الفراغي الحراري أو انفجار خليط الوقود والهواء Thermobaric or Fuel-Air Explosives:

ويتكون من غبار مواد مشتعلة سواء كانت (صلبة أو سائلة أو غازية) في الهواء وبوجود الهواء الذي يحتوي على الأكسجين يكتمل كل متطلبات الانفجار، فعند إعطاء شرارة يحدث الانفجار. هو عبارة عن انفجار خاص يحدث في المناجم كثيراً، من عام ١٩٨٧ إلى ١٩٩٧ حدث ١٢٩ انفجار عفوي بهذه الطريقة في العالم. هذا النوع من الإنفجارات غير مشهور في العالم كثيراً.

موجة الانفجار الذي يسببها TNT تكون قصيرة نسبياً، في حين موجة الانفجار التي تنشأ من الانفجار الهوائي الوقودي تكون طويلة، بمعنى أن الطور الإيجابي في الانفجار الهوائي الوقودي يكون أكبر من الطور الإيجابي في المتفجرات العادي مثل TNT. السرعة الانفجارية في الانفجار الهوائي الوقودي تقريباً ٣٥٠٠ متر/ثانية في حين أن درجات الحرارة تكون ضعف المتفجرات التقليدية تقريباً. هذا الانفجار يكون فعال جداً في الأماكن المغلقة نسبياً أما في الأماكن المفتوحة تقل قوته نتيجة تشتت غازات الوقود في الهواء. يتم قتل الكائنات الحية نتيجة حرارة الانفجار العالية وفقد الأكسجين في مكان الانفجار.







مراحل انفجار قذيفة فراغية حرارية





مقارنة بين انفجار تقليدي وانفجار فراغي حراري



موجة انفجار نووية في تجربة فرنسية لرأس TN-60 والذي يعادل ٩١٤ كيلو طن من TNT عام ١٩٧٠م



موجة انفجار نووية في تجربة فرنسية لرأس TN-60 والذي يعادل ٩١٤ كيلو طن من TNT عام ١٩٧٠م



تشكيل موجة نتيجة تخطي الطائرة لسرعة الصوت، هذه الموجة تظهر بهذا الشكل عندما يكون جودها في ظروف الجو الرطبة.

أهمية دراسة الموجة الانفجارية:

١. التمكن من استخدام وتوظيف المتفجرات لمختلف الأهداف ملاءمتها للهدف (أفراد، آليات، منشآت) بمختلف الظروف.
٢. الحصول على خصائص مناسبة للمادة المتفجرة عن طريق تصنيعها أو عمل الخلائط المناسبة لتلائم الهدف.
٣. تشكيل العبوات.
٤. توجيه الانفجار.
٥. دراسة أثر الانفجار قبل حدوثه.
٦. تحليل أثر الانفجار بعد وقوعه.

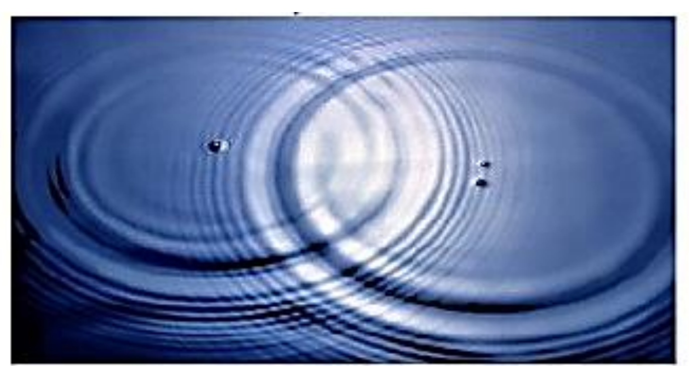
خصائص الموجة الانفجارية

١- تخرج على شكل موجات:

هذا ما نلاحظه في المحيط الذي تكون جزيئاته قابلة للانضغاط مثل الهواء والتربة، ويمكن تشبيه ذلك بالحجر الذي يسقط من أعلى في الماء سقوطاً حراً فنلاحظ أن الحلقة الأولى من الموجة صغيرة نسبياً والمسافة بين الحلقات الأخرى كبيرة، وإذا ما قذفنا نفس الحجر من نفس الارتفاع ولكن بسرعة أكبر فإننا نشاهد أن الحلقة الأولى كبيرة والمسافة بين بقية الحلقات الأخرى صغيرة.



سقوط نفس الحجر في الماء ببطء



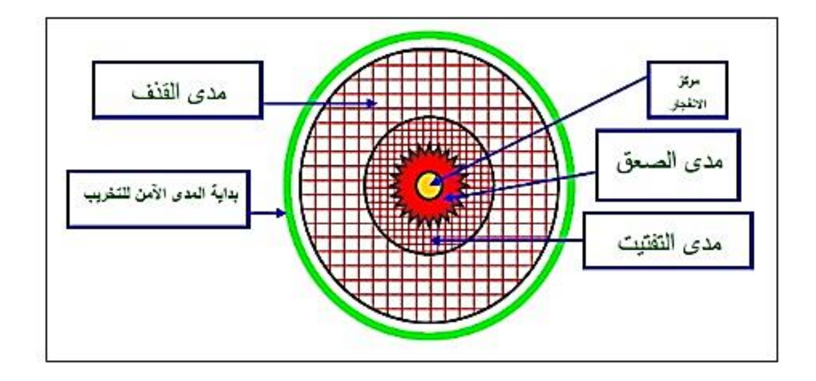
سقوط حجر في الماء بسرعة

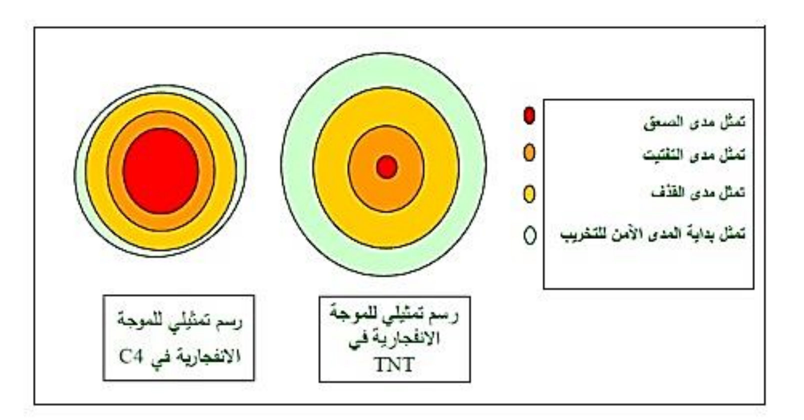
انفجار رأس نووي قدرته ٢٠ كيلو طن من TNT في عمق مياه ٧٠ متر

٢- تضمحل وتتلاشى:

عند حدوث الانفجار فإن أقوى نقطة لأثر التفجير تكون في مركز الانفجار، وكلما ابتعدنا عن المركز نلحظ ضعف التأثير، مما يؤدي هذا التفاوت إلى تشكيل حلقات حول مركز الانفجار تختلف في تأثيرها على المحيط. فالحلقة الأولى

تمثل دائرة الصعق بالنسبة للمتفجرات وفي الغالب نشاهد أثر لانصهار جزء من المعدن المتواجد في المحيط وصعق أي مادة تقع ضمن هذه الدائرة، ويسمى مدى الصعق أو مدى التخريب الكامل. وفي الحلقة الثانية التي تمثل دائرة التفتيت نلاحظ أن الأجسام الموجودة في هذه الدائرة تكون مجزأة ومقذوفه ويسمى مدى التفتيت. بينما في الحلقة الثالثة نلاحظ أن الأجسام محافظة على شكلها إلى حد ما ومقذوفه بعيداً عن مركز الانفجار ويسمى مدى القذف. بعد ذلك لا نلحظ أي أثر للانفجار بمعنى أثر الموجة الانفجارية عندها يساوي صفر ويسمى بالمدى الأمن للتخريب. علماً أن هذه الحلقات تتشكل في اللحظة الأولى للانفجار ويتفاوت شكل هذه الحلقات بحسب المادة المتفجرة (حجم، نوع، سرعة). كلما كانت المادة بطيئة السرعة كان تأثيرها التدميري أكبر في الوسط المحيط، وذلك لأنها تسمح لتردد الموجة أن يؤثر مدة أكبر في الهدف، أما لو كانت المادة سريعة كان تأثيرها الصعقي أو القطعي أكبر في الوسط المحيط، فمثلاً خلائط نترات الأمونيوم وTNT يفضل استخدامها في تدمير المنشآت والحفر، بينما C4 تستخدم في قطع المعادن وفي العبوات ذات الشظايا لإكسابها سرعة أكبر وكحشوات مساعدة لسرعتها ولكبر حجم دائرة الصعق لها. ولتقريب الصورة نلاحظ عند قذف حجر على زجاج فإنه يهشمه ويحطم جزء كبير منه، بينما عند إطلاق رصاصة فإنها تثقب الزجاج ولا تهشمه

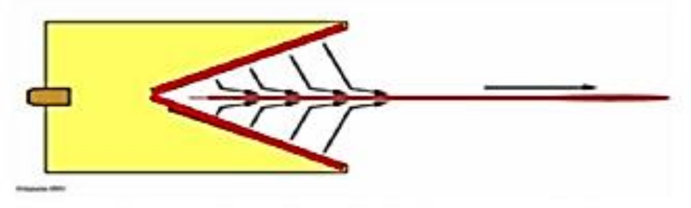






٣- تخرج بشكل متعامد عن سطح المادة المتفجرة:

عند تشكيل المادة المتفجرة بعدة أشكال فإننا نلاحظ أن الموجة الانفجارية تتشكل بتشكل المادة، ولذلك تتنوع الأشكال بحسب الهدف والمراد من عملية التفجير ، فمثلا في عبوة الخرق فإننا نلتزم بالحشوة الجوفاء مخروطية الشكل، ولو أردنا فتح ثغرة في حقل ألغام أو أسلاك شائكة فإننا نلجأ إلى الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)، ولو أردنا تفجير عبوة متشظية في وسط أفراد فانه يفضل اللجوء إلى العبوة الاسطوانية الشكل.



تشكيل موجة الانفجار باتجاه الهدف في عبوة الخرق



شكل انتشار انفجار الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)



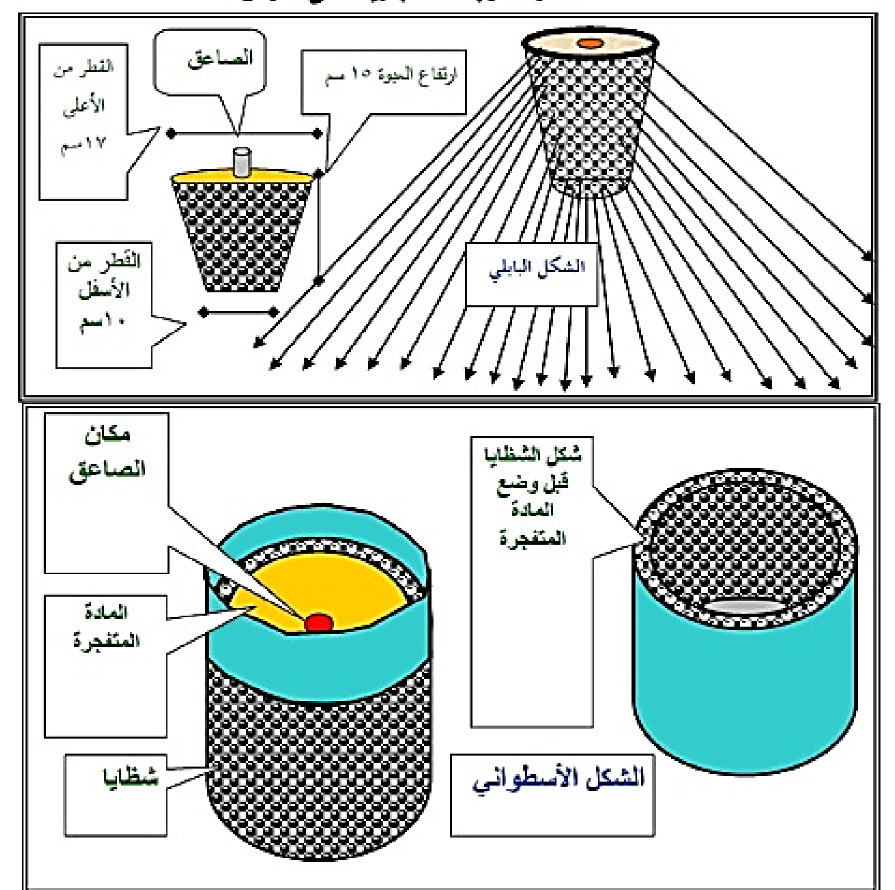
عبوة طولية تستخدم لقص الجسور

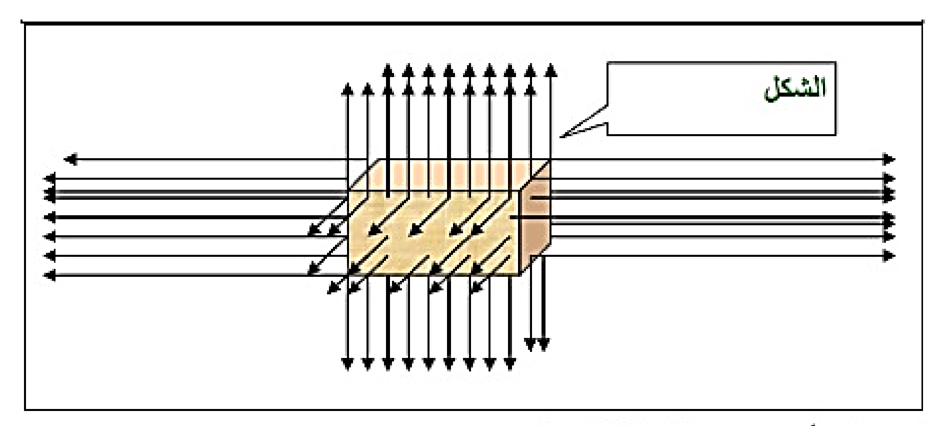






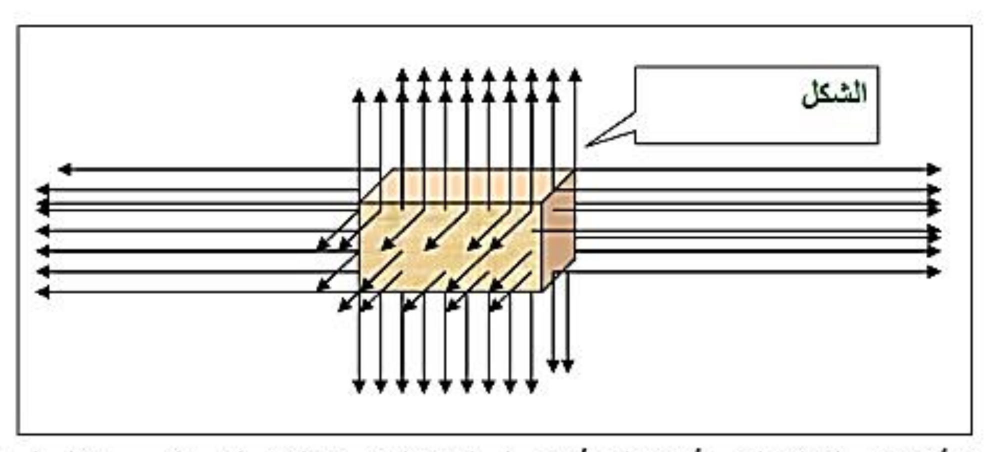
آثار الموجة الانفجارية على الأرض





٤. تتناسب طردياً مع حجم المادة المتفجرة:

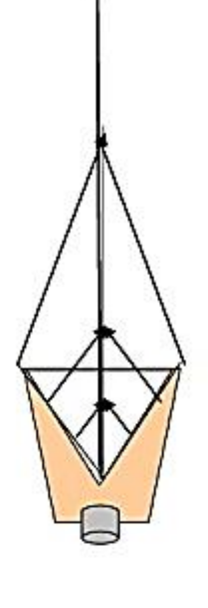
كلما زادت سماكة أو طول أو عرض أو قطر المادة المتفجرة زادت قوة ومدى الموجة الانفجارية بالاتجاه الذي تكون فيه المادة أكبر. علماً أنه إذا كان سطح المادة المتفجرة عريض وليس لديه سماكة مثلاً فإننا سنلحظ حجم التأثير على مساحة الهدف أكبر ولكنه ضعيف وليس عميق كما هو موضح في الشكل التوضيحي.

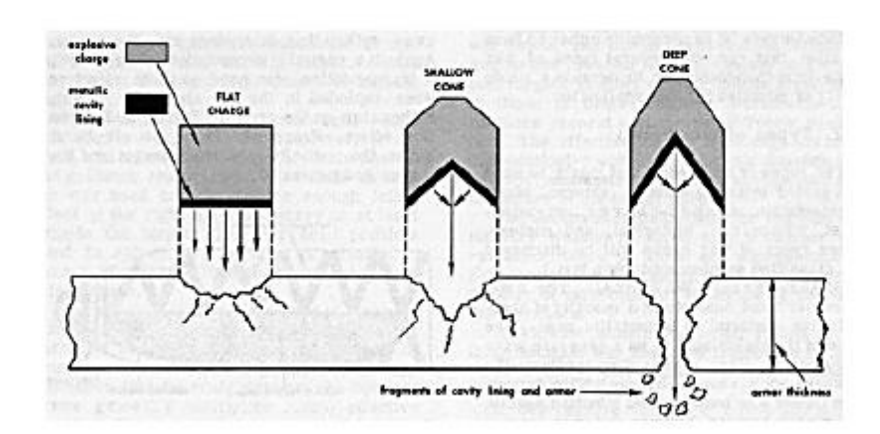


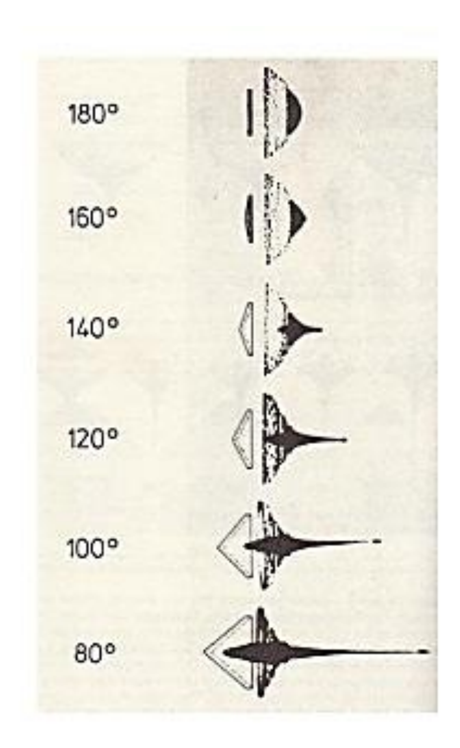
إذا أردنا دفع الشظايا لمدى أبعد فعلينا أن نسمك المادة المتفجرة خلفها بالقدر الذي يحافظ على شكل الشظية ولا يفتتها. وإذا أردنا تدمير هدف فيجب علينا مراعاة شكل الهدف وحجمه لاختيار الشكل والحجم المناسب للمادة المتفجرة اللازمة لتدميره أو إعطابه. حيث نلاحظ اختلاف أثر كمية محددة من المادة المتفجرة على هدف معين باختلاف شكلها.

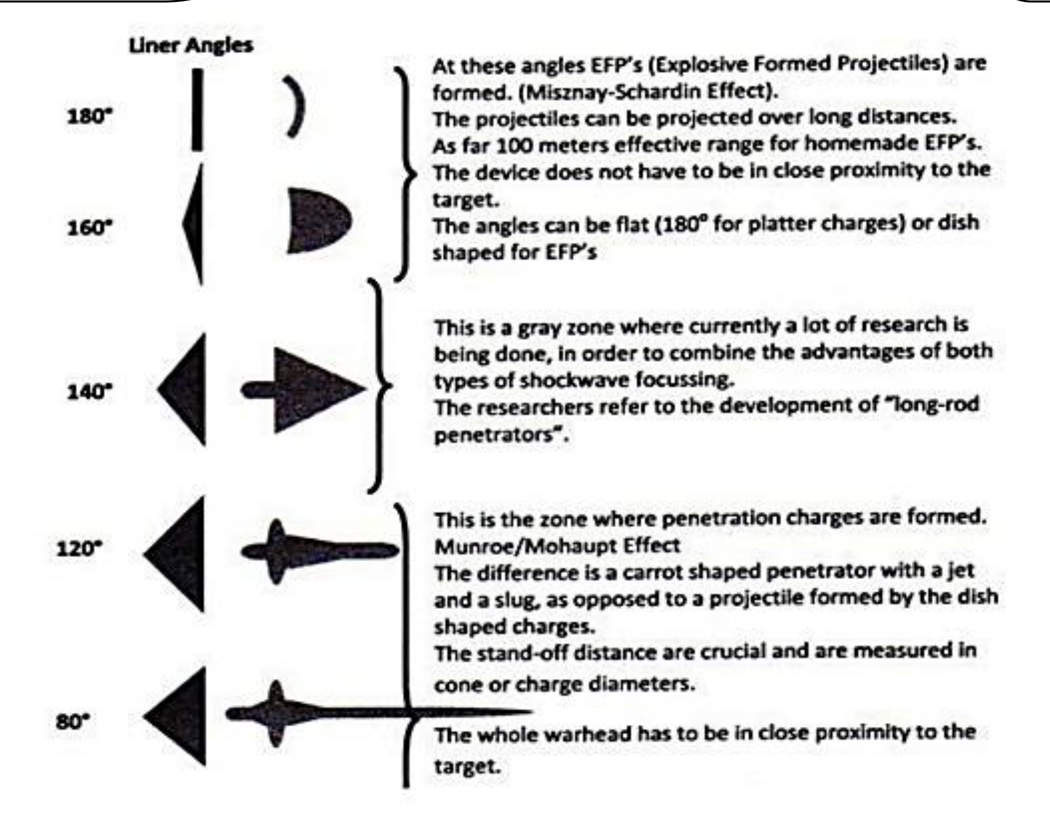
٥- تتقوى:

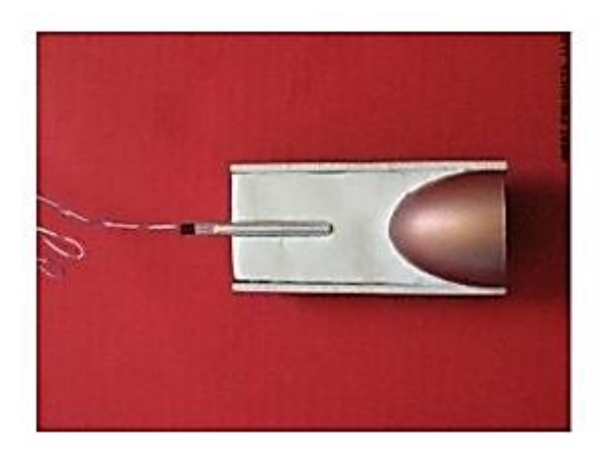
بمعنى أن الموجة الانفجارية تتعاضد مع موجة أخرى لتتضاعف بذلك قوتها عند توجيهها على نقطة محددة. ونلحظ ذلك جلياً في عبوات الخرق حيث أن الموجات تتعاضد لتتقوى مما يؤدي إلى زيادة التأثير على الهدف وتعميق الخرق فيه، علماً أن تفجير نفس الكمية من المادة دون الاستفادة من هذه الخاصية لا يكاد يحدث أي أثر يذكر في التصفيح.









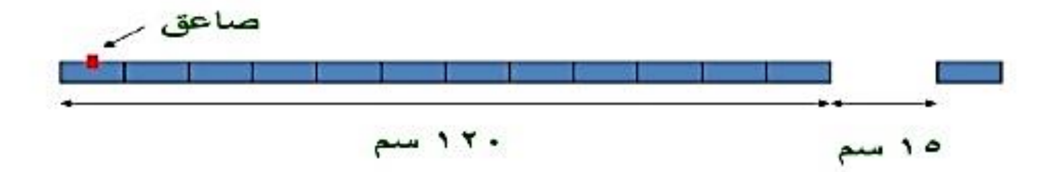


٦- تتكسر:

عند اصطدام موجتين انفجاريتين متضادتين فإنهما يضعف كل منهما الآخر. وكأي خاصية يمكن أن توظف للاستفادة منها إيجابياً وتتجنب السلبيات. مثلاً فعند تفجير عبوتين متماثلتين (لهما نفس المواصفات) باتجاهين متضادتين على بعد مسافة متساوية من الهدف فإن منطقة التقاء الموجتين تشكل قمة العصف الموجي ويكون فيها التأثير التدميري أقوى ما يكون.

٧- العدوى:

هو إنصعاق مادة متفجرة نتيجة وقوعها في مدى الصعق لمادة متفجرة أخري. حيث أنه في اللحظة الأولى تبدأ بتشكل عدة دوائر مختلفة التأثير نتيجة تناقص قوة الضغط الناتج. لذا لحصول العدوى يجب أن تكون الصدمة الانفجارية الناتجة عن الانفجار كافية لتوليد الطاقة الكافية لبدء الانفجار وجعله ذاتي الانتشار. وكما أسلفنا أن توليد الموجة الانفجارية يعتمد على الصدمة الأولية، حساسية المادة المتفجرة، سرعة الانفجار الداخلية والخارجية، المسافة بين المادتين، ونوع الوسط. يمكن تفجير مادة متفجرة تبعد عدة أمتار عن مادة متفجرة بواسطة تركيز وتوجيه الموجة الانفجارية عليها. لا يشترط في العدوى أن تكون هناك مادتين مختلفتين ومسافة بينهما، بل يمكن أن تكون من نفس المادة حيث أن الانفجار في المادة الواحدة هو انفجار تدريجي سريع فإذا كان هناك أي شائبة كرطوبة أو عدم انتظام في سلسة التفجير وغيرها من العوامل يمكن لجزء من المادة أن لا ينفجر وبذلك لا تتحقق مسألة العدوى في نفس المادة ويتضح هذا الأثر جلياً في العبوات الكبيرة. تم تجربة تفجير خط من قوالب TNT بطول (١٢٠) سم بواسطة صاعق نظامي، خط طولي ١٢ قالب ووضع قالب منفرد على بعد ١٥ سم من رأس الخط وعلى نفس المسافة قالب آخر منفرد على جانب الخط فانفجرت جميع القوالب.





٨- الانعكاس:

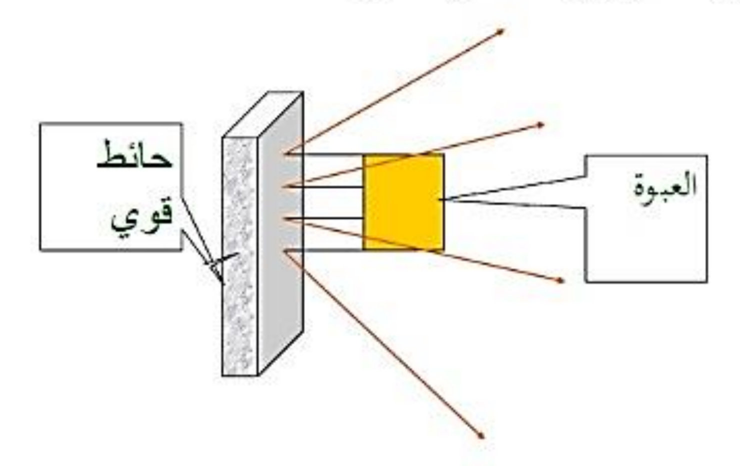
نقصد به ارتداد الموجة الانفجارية عن سطح ما ويعتمد انعكاس الموجة الانفجارية على ثلاث عوامل رئيسية:

العبوة: فبحسب نوع وشكل وتوجيه العبوة يحدد مدى قوة وتركيز الموجة وبالتالي يحدد حجم التأثير والارتداد.

الوسط: بحسب نوع الوسط صلب، سائل، غاز، حجم الإغلاق أو الحصر والمسافة بين العبوة والهدف يحدد حجم التأثير والارتداد أيضاً.

الهدف: كذلك بحسب طبيعة الهدف (أفراد – آليات – منشآت) ونوع، شكل، سماكة المادة يحدد حجم التأثير والارتداد.

الانعكاس بمفهومه العام ارتداد جزء من الموجة عن سطح ما بمعنى ضياع جزء من الموجة أي أن النتيجة سلبية، ولكن إذا علمنا كيفية توظيفها فإنها تتحول إلى خاصية إيجابية يستفاد منها في زيادة تأثير الانفجار، كالاستفادة من الانفجار في حيز مغلق وذلك للاستفادة من تضاغط الهواء الموجود، وكذلك الاستفادة من الطاقة المرتدة والمحصورة داخل هذا الحيز بدل أن تتبدد في الهواء. وعند سماع أن زجاج مبنى معين على مسافة معينة قد تحطم فإن ذلك يكون غالباً ناتج عن انعكاس الموجة الانفجارية وتضاغط جزيئات الهواء.



٩- لديها قابلية التشكل والتوجيه:

الموجة الانفجارية وكأي موجة يمكن لها أن تشكل وتوجه بحسب شكل المادة المتفجرة ومكان وضع الصاعق كعاملين رئيسيين، وبناءاً على هذين العاملين يمكننا التحكم بشكل الموجة الانفجارية الناتجة وبالتالي التحكم في وظيفة هذه العبوة بالاستفادة من هذه الخاصية والخواص السابقة. كما سنأتي إلى دراسة أشكال هذه العبوات وكيفية عملها بالتفصيل إن شاء الله.

العوامل التي تؤثر على تولد الموجة الانفجارية

١ – الصدمة الأولية: وقد تكون بأحد الطرق التالية وتسمى بالمحرضات الخارجية:

– **الحرارية:** قد تكون مباشرة كالشعلة وغير مباشرة كالتسخين.

– **ميكانيكية:** (الطرق – الاحتكاك – الوخز – الضغط).

– **كيميائية:** تفاعل بين مادتين (كإضافة مادة حمض الكبريتيك المركز إلى مادة بيروكسيد الأسيتون (ثلج أبيض) مما يؤدي إلى انفجار فوري.

– **كهربائية:** كإيصال مصدر كهربائي إلى سلك تنجستون ملامس لمادة حساسة مما يؤدي إلى انفجار المادة وقد تكون أيضا تفريغ مفاجأ لشحنة كهربائية وينتج عنها شرارة كهربائية.

٢ – حساسية المادة المتفجرة: مدى استجابة المادة المتفجرة للمحرض الخارجي.

حيث نجد أن مادة TNT خاملة و ليس من السهل انفجارها بالمقارنة مع المواد الحساسة، مثل فلمنات الزئبق، فإن مجرد تعرضها للهب أو تسخين بسيط أو صدمة صغيرة يؤدي إلى إنفجارها. كذلك في مواد حساسة جدا وغير مستقرة مثل ثلاثي أيودين النيتروجين فإن احتكاك بسيط يؤدي إلى تولد الموجة الإنفجارية.

٣- **السرعة الهائلة للتفاعل:** سرعة انتقال الموجة الانفجارية داخل المادة أو سرعة تحول المادة المتفجرة إلى غاز. حيث أن سرعة الموجة الانفجارية المنتقلة خلال المادة تكون ما بين (١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ متر/ثانية). تتجاوز سرعة الموجة الإنفجارية سرعة الأمواج الصوتية فتضغط الهواء بشدة محدثة دوياً عالياً.

العوامل التي تؤثر على شكل الموجة الانفجارية

١. نوع وشكل المادة المتفجرة.

٢. سرعة انتقال الموجة الانفجارية بين (المحرض والمادة أو المحرض والمادة المساعدة والمادة الرئيسية أو بين المادة والمحيط).

٣. نوعية الصاعق ومكان وضعه.

٤. شكل الحاجز بين المادتين الانفجاريتين أو بين المادة المتفجرة والمحيط.

٥. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله).

العوامل المؤثرة على قوة الموجة الانفجارية

تأثير الموجة الإنفجارية على المحيط:

إن التأثيرات التي يعانيها المحيط عندما تعمل فيه المتفجرات هي الصعق و التفتيت والقذف. وهي نتيجة تأثير ضغط الغازات وضغط الصدمة التي تتولد عن الموجة الإنفجارية. فالغازات الناتجة عن الإنفجار تتمدد بسرعة كبيرة بتأثير الحرارة العالية المرافقة لها، ونظراً للوقت القصير الذي يتم فيه التمدد فإن الغازات تندفع في جميع الإتجاهات -حسب شكل العبوة- بضغط كبير مسببة صدمة قوية مفاجأة لذرات الوسط المجاور.

نتيجة عدم قابلية الماء للإنضغاط يكون التأثير التدميري كبير جدا بالمقارنة مع الانفجار في الهواء، ويقدر الضغط في مركز الانفجار تحت الماء بعشرة أضعاف الضغط في الهواء.

العوامل المؤثرة في قوة الموجة الانفجارية وسبل توظيفها في العبوات:

عندما نطلق كلمة العبوة فإننا نقصد كل مكوناتها وجميعها لها تأثير مباشر سلبا أو إيجابا على قوة الموجة الإنفجارية بنسب مختلفة والتي تشمل:-

١. نوع المادة المتفجرة.

٢. الصاعق ونوعه و المواد المستخدمة فيه ومكان وجوده في العبوة.

٣. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها و كميتها.

٤. نوع البطانة وحالتها وقطرها وسمكها وتشكيلها وزاوية تشكلها ومسافة المباعدة لها.

٥. نوع الشظايا و حجمها و شكلها و كم طبقة منها.

٦. تشكيل المادة المتفجرة.

٧. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله).

٨. توجيه العبوة.

٩. تثبيت العبوة و بعدها عن الهدف.

١٠. تمويه العبوة و المواد المستخدمة فيه.

١١. المواد المساعدة.

١٢. آلية التفجير.

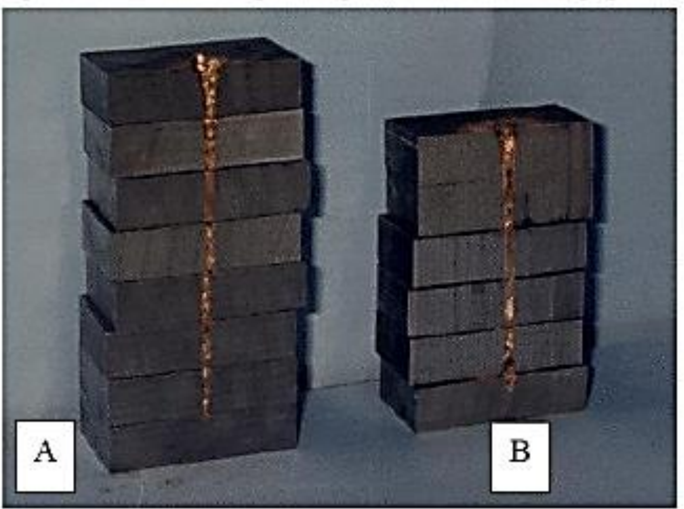
١. نوع المادة المتفجرة:

حيث أن حجم الغازات ودرجة حرارتها وسرعتها التي تنتج عن انفجارها تتفاوت من مادة لأخرى. فباختلاف هذه العوامل تختلف وظيفة المادة المتفجرة. وذلك حسب الهدف المراد تحقيقه، فمثلا لتحقيق هدف التدمير (هدم، حفر، تخريب منشات...الخ) يفضل استخدام مادة TNT أو عبوات النترات المحصورة، ولتحقيق هدف قطع أو زيادة سرعة الشظايا أو زيادة الاختراق في الحشوات الموجهة نستخدم مادة C4 أو المواد المتفجرة العسكرية ذات السرعة الانفجارية العالية، علما بأنه يمكن استخدام كلا المادتين لتحقيق كلا الهدفين ولكن مع اختلاف التأثير النسبي لهما.

– كلما زاد حجم ووزن المادة المتفجرة كلما زاد تأثيرها والعكس صحيح.

– المتفجرات النقية اكبر تأثيرا للموجة الانفجارية من المتفجرات التي تحتوي على نسبة شوائب.

– كلما زادت سماكة المادة المتفجرة زاد طول الموجه الانفجارية وتأثيرها من حيث قوة التدمير ومساحته.



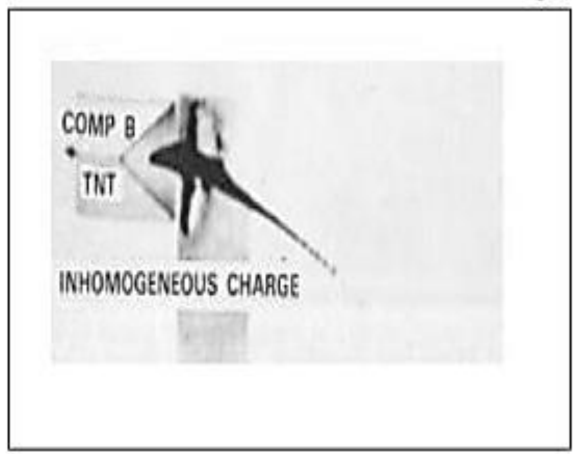
(A): اختراق ٧ قطع حديد سمك القطعة ٢،٥ سم من عبوة موجهة فيها ٣٠ جرام من مادة **CL-20**.

(B): اختراق ٥ قطع حديد سمك القطعة ٢،٥ سم من عبوة موجهة فيها ٣٠ جرام من خليط **PBXN-5**.

و لكي تزداد قوة المادة المتفجرة وبالتالي قوة الموجة الانفجارية فانه يجب أن يتحقق فيها المواصفات التالية: متجانسة، متماسكة، مضغوطة، مجمعة، نقية، صالحة و مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير.

*متجانسة:

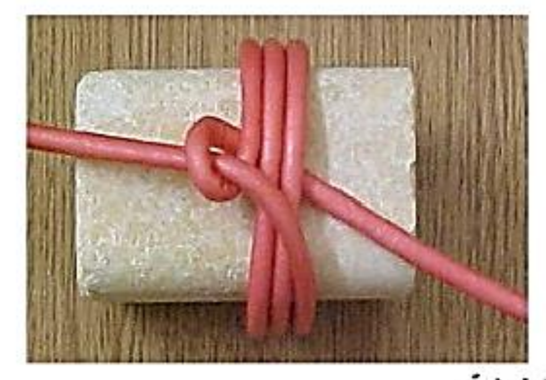
أي متماثلة فإذا كانت العبوة مكونة من نوع واحد من المتفجرات فيجب أن تكون من نفس الشكل (الحجم)، وإذا كان عندنا أكثر من شكل لـ TNT مثلا بودرة وصلب فلا نخلطهما مع بعضها و لكن نجعل البودرة أولا ثم الصلب بحسب سلسلة التفجير.



انحراف في اتجاه النفث بسبب وجود أكثر من نوع في الحشوة بطريقة غير متجانسة

• متماسكة:

متقاربة من بعضها بحيث لا يوجد بينها فراغات فعند استخدام قوالب TNT مثلا يجب رصّها بجانب بعضها جيدا، وفي حالة استخدام الفتائل الانفجارية مثل الكورتكس معها فيجب أن تكون ملاصقة جدا للمادة ومتراصة فيما بينها، وبأكثر من لفة على المادة المتفجرة.





• مضغوطة:

تظهر هذه الخاصية بالمواد العجينية مثل الـ C4 وفي المواد الصلبة مثل TNT، فكلما عرضت المادة المتفجرة للضغط باليد أو المكبس اليدوي يقل حجمها و يزداد تأثير المادة، لكن هناك معايير لاستخدام المكبس الآلي لا يجب تجاوزها وإلا ستنفجر المادة أو تصبح خاملة جدا. وأهم معيار في ضغط المادة المتفجرة هو عدم تجاوز الكثافة المطلقة للمادة حسب نوعها وكذلك عدم الضغط من خلال الصدمة.



بلوك C4 مضغوط


بلوك C4 غير مضغوط

* مجمعـة:

أي أن المادة تتجمع حول بؤرة واحدة (نقطة مركز) لتشكل شكل كروي أو مكعب أو أسطواني، والشكل الأسطواني يعتبر من أفضل الأشكال بالنسبة لطبيعة أهدافنا. مع ضرورة مراعاة نوع وطبيعة المحيط والهدف المراد تحقيقه عند اختيار شكل العبوة.

* نقية وصالحة:

كلما زادت درجة نقاوة المادة كلما زاد تأثيرها، وكلما كانت بعيدة عن تأثير الرطوبة كان تأثيرها أقوى، ونعني بالنقاوة عدم وجود شوائب أي كل ما يؤثر على المادة سلبا. ونعني بصلاحية المادة أي قابليتها للإستجابة للمحرض الخارجي وقدرتها على نقل الموجة إلى بقية أجزاء المادة.

* مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير:

لضمان انفجار تام وكامل للمادة يجب أن تترتب المواد المختلفة والمستخدمة في العبوة الواحدة بحسب درجة الحساسية ابتداء ثم السرعة والقدرة والنقاوة لأنه إذا حدث خلل في هذا الترتيب فهناك احتمال كبير أن أجزاء من العبوة لن تنفجر أو يقل تأثير العبوة وخصوصا في العبوات الكبيرة.

٢. الصاعق ونوعه و المواد المستخدمة فيه وكميتها ومكان وجوده في العبوة.

دائما يفضل استخدام الصواعق العسكرية على الصواعق التجارية لضمان عملية الانفجار وقوته، فكلما زادت قوة الصاعق كلما زاد من قوة الموجة الانفجارية. وتزداد قوة الصاعق بنوعية المواد المستخدمة فيه وترتيبها وضغطها وكذلك قطر الصاعق ونوع الغلاف. فمثلا إذا توفر لدينا فلمنات الزئبق و RDX فانه يفضل وضعه في أنبوب رقيق من النحاس بقطر (٦-١٠) ملم ووضع RDX أولا على وجبتين الأولى نضغطها جيدا ثم الثانية ومن ثم نضع مادة فلمنات الزئبق.

إذا لم يتوفر لدينا RDX فإننا نستعيض مكانه بمادة TNT بعد طحنها والتعامل معها بنفس ما تعاملنا مع RDX، وإذا لم يكن لدينا إلا مادة فلمنات الزئبق فإننا نلجأ إلى مضاعفة كمية الفلمنات ونضغطها بشكل هادئ دون عمل أي احتكاك ونضع حول الصاعق وعلى طول امتداد العبوة مادة مطحونة ناعمة من نفس المادة الرئيسية المستخدمة للتفجير وهكذا مع ضرورة مراعاة حجم المادة المتفجرة ونوعها.



يشترط في:

١- أن يثبت في منتصف الثلث الأول للمادة المتفجرة تقريبا أو أقل بقليل.

٢- أن يكون متعامد على منتصف مركز المادة المتفجرة.

٣- أن يكون متعامد على منتصف المنطقة القاتلة للهدف.

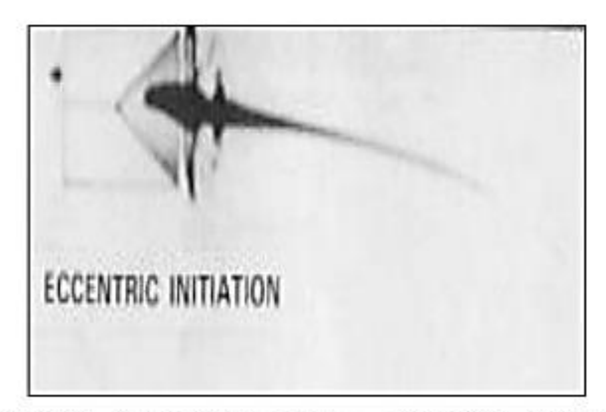
٤- أن يكون محاطا بالمادة المتفجرة وملامس لها من كل الجهات.

٥- أن يكون مثبت جيدا في المادة المتفجرة، كي لا يسهل خروجه أثناء الإعداد أو النقل أو الزرع أو يتغير اتجاهه خصوصا في المتفجرات العجينية.



صاعق M6 الكهربائي الأمريكي العسكري اللحظي





انحراف في اتجاه النفث بسبب عدم وجود الصاعق في المنتصف

في حال استخدام أكثر من صاعق نظامي للعبوة الواحدة أن يراعى فيها أن تكون:

- ❖ الصواعق لحظية أو فورية (غير مكتوب على كعب الصاعق شيء أو (0 أو st أو s) و كلها تعني أن الصاعق فوري أما إذا كان الصاعق تأخيري يكون مكتوب عليه رقم (١ أو ٢ أو ٣ لغاية ٢٠) و كل رقم يعني فترة زمنية تأخيرية معينة تكون أجزاء من الثانية أو بالثواني.
- ❖ أن تكون من نفس التوقيت في حال أردنا تفجير العبوة لحظيا و تأخيريا بنفس الأرقام كلها رقم ٤ مثلا ومن نفس النوع و من نفس الشركة المصنعة و يفضل من نفس تاريخ المنتج.
- ❖ في حال الاضطرار لاستخدام صواعق تأخيرية مختلفة لعبوة واحدة فيجب أن تكون متلاصقة بحيث إذا انفجر صاعق يفجر الآخر، وأن يكون توزيعها مناسبا لشكل العبوة والهدف منها.

٣. نوع الحشوة المساعدة أو المنشطة وشكلها و كميتها.

وهي مادة لها قدرة وسرعة عالية وحساسية أكبر من المواد الرئيسية تستخدم في تحريضها وتفجيرها. مثال نستخدم مادة C4 العجينية كحشوة مساعدة لمادة TNT كذلك نستخدم TNT كحشوة مساعدة للمواد المدنية وهكذا، ولكن عند وضع الحشوة المساعدة يجب أن تكون في داخل المادة المراد تفجيرها وملامسة للمادة وتأخذ شكل المادة الرئيسية ما أمكن، علما أنه كلما زادت سرعة وقدرة الحشوة المساعدة كلما زاد من قوة الموجة الانفجارية للمادة الأساسية وعادة تكون نسبتها للمادة الرئيسية (من ٢ إلى ٥ %) و ذلك على حسب حساسية المادة المتفجرة الموجودة داخل العبوة فمثلاً عند استخدام TNT صب نستخدم ٥% بوستر و عند استخدام TNT بودرة مطحونة مضغوطة نستخدم ٢% بوستر.



٤. نوع البطانة وحالتها و سمكها وتشكيلها وزاوية تشكلها ومسافة المباعدة لها:

وهي المادة المستخدمة في تشكيل العبوة ويكون موضعها في مقدمة العبوة باتجاه الهدف وملامسة للمادة المتفجرة، وكلما كانت هذه البطانة مناسبة ومنسجمة مع قواعدها في العبوة كان لها التأثير الإيجابي على قوة الموجة الانفجارية. ووظيفتها أنها تتحول إلى معدن مصهور على هيئة نفث Jet في عبوات الخرق مما يزيد من كثافة الغاز الناتج وبالتالي يزداد تأثيرها على الهدف. وإلى كتلة ضاربة Slug في العبوات الصحنية أو العدسية.

وهناك عدة عوامل تؤثر في البطانة:-

نوع البطانة وحالتها Liners Type:

هناك العديد من المعادن تستخدم كبطانة للحشوات الموجهة و قد تصنع من الزجاج Glass أو العديد من المعادن Metals لكن أكثرها استخداما هو النحاس Copper. الأسلحة المضادة للدروع الحديثة تستخدم الموليبدينيوم Molybdenum و سبيكة التجستون الكاذبة Pseudo-Alloys Of Tungsten (٩ تنجستون، ١ نحاس) كثافته ١٨ طن/متر مكعب. يوجد العديد من المعادن أيضا تستخدم في البطانة مثل: ألمونيوم Aluminium، التنجستون Tungsten، الحديد Steel، التنتاليوم Tantalum، الرصاص Lead، اليورانيوم المستنفذ Depleted Uranium، القصدير Tin، كادميوم Cadmium، كوبلت Cobalt، ماغنيسيوم Magnesium، تيتانيوم Titanium، الزنك Zinc، نيكل Nickel، الزركونيوم Zirconium، الموليبدينيوم Molybdenum، بيريليوم Beryllium، الفضة Silver، الذهب Gold، البلاتين Platinum.

اختيار البطانة يعتمد على طبيعة الهدف فنلاحظ أن اختيار الألمونيوم مناسب لأهداف الباطون concrete targets. أما في حالة آبار النفط oil-well completion، يفضل استخدام السبائك الصلبة solid slug، و ليس نفث الجزرة "carrot" لان نفث الجزرة ممكن يغلق الفتحة التي تم فتحها بالانفجار و بالتالي يعيق تدفق النفط. إذا كان الهدف من الانفجار أعمق اختراق فنستخدم معدن نقي و لا نختار سبيكة لأن النفث يمكن أن يتكسر في حالة السبائك و يبقى متماسك في المعادن النقية لأن المعدن النقي أكثر ليونة greatest ductility من السبائك.



وتنطبق أفضل مواصفات على البطانة التي لها كثافة عالية و درجة انصهار متوسطة تتراوح بين ١٠٠٠ – ٢٥٠٠ درجة مئوية و ذلك لأن الحرارة العالية و الضغط الشديد المنطلقين بفعل الانفجار تصهر البطانة و تحول حركتها كحركة الموائع متجمعة في مركز العبوة و منطلقة نحو الهدف على شكل نفث له رأس ووسط و ذيل وسرعة هذا النفث المنطلق تعتمد على مدى تشكل النفث و درجة انصهاره و كثافته.

شكل البطانة Liners Shape:

معلوما أن العبوة تتشكل بشكل البطانة المستخدمة، و يوجد عدة أشكال للبطانة المستخدمة في العبوات الموجهة:

- الشكل المخروطي Conical Shaped.











صاروخ هيلفير Hellfire

- الشكل الصحني أو المقعر Concave Copper Or Disk-Shaped .



- شكل الضلع المنحرف Ogives Shaped.





من معدن التنجستون

- شكل النصف كروي Ellipses Or Hemispherical Shaped.







- شكل المخروطين Biconical Shaped.



- شكل حرف V-Shaped





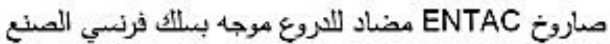


وهي عبارة عن عبوات مقطعها مماثل لمقطع الحشوة المخروطية. فعالية هذه الحشوات تقاس بسماكة الهدف التي يمكنها كسره. سماكة الهدف الذي يمكن لهذه الحشوات كسره هو ضعف عمق اختراقها للهدف. عند انفجارها تعطي نفث طولي. ويمكن تفصيل حشوات خطية بحسب شكل الهدف المراد كسره أو قطعه . ويتم وضع الصاعق في أعلى طرف هذه الحشوة .

- شكل البوق Trumpets Shaped.






صاروخ ENTAC مضاد للدروع موجه بسلك فرنسي الصنع



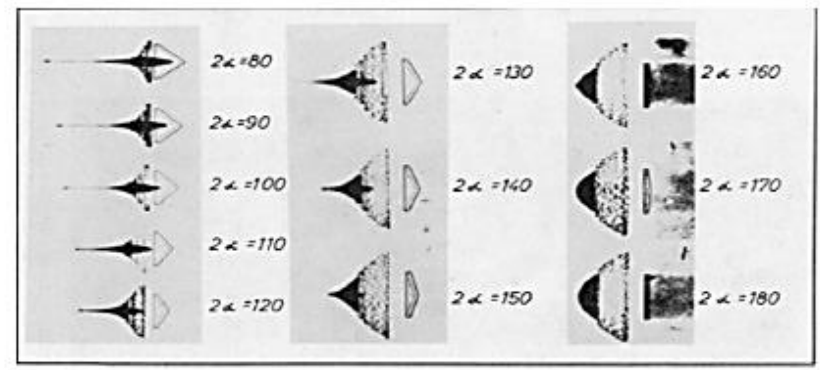
صاروخ مافريك AGM-F Maverick I الجو أرض



كل نوع من الأنواع له نفث مختلف و سرعة مختلفة حسب شكل النفث أو الكتلة.

زاوية التقعير للبطانة:

بشكل عام أنسب زاوية مستخدمة للعبوات المشكلة والموجهة من ١٢٠ – ١٨٠ درجة أي زوايا منفرجة لضرب الأهداف الغير مصفحة تصفيحا عالياً. وللخرق من ٤٠– ١٢٠ درجة، و العلاقة بين زاوية البطانة و عمق الاختراق هي **علاقة عكسية** و العلاقة بين زاوية البطانة و قطر الاختراق هي **علاقة طردية** في العبوات ذات القمع النحاسي.
فكلما زادت زاوية البطانة كلما قل عمق الاختراق و زاد قطرها و كلما قلت زاوية البطانة كلما زاد العمق و قل قطر الاختراق.



الشكل يوضح علاقة طول و قطر النفث مع زاوية البطانة من ٨٠ – ١٨٠

-يمكن التحكم بمخرجات الشحنة الجوفاء حسب زاوية البطانة المستخدمة، فإذا كانت الزاوية من ٤٠ إلى ١٢٠ درجة، فإننا سنحصل على نفث Jet من البطانة المعدنية أما إذا كانت الزاوية من ١٢٠ إلى ١٨٠ درجة فإننا سنحصل على كتلة معدنية Slug.

-إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة سرعتها ١٠,٠٠٠ متر/ثانية فإن سرعة النفث ستكون ١٠,٠٠٠ م/ث، في حين الكتلة المعدنية لا تتجاوز سرعتها ٣,٠٠٠ م/ث.

-ولكن يعاب على النفث أنه يتأثر كثيراً بعامل المدى أو ما يطلق عليه "مسافة المباعدة Stand Off" والتي يجب أن لا تتجاوز ٢-٦ أضعاف قطر البطانة، في حين الكتلة المعدنية ممكن أن تكون فعالة لمسافة ١٠٠ ضعف قطر البطانة لكن أفضل مسافة من ٣ – ١١ ضعف قطر العبوة الصحنية.

-سرعة بداية النفث تكون ٨,٥٠٠ متر/ثانية و ذيل النفث يكون بسرعة ١,٥٠٠ متر/ثانية.

-توجد علاقة بين قطر الاختراق و عمق الاختراق، كذلك حسب المعدن الذي يحدث فيه الاختراق. ففي المعادن المتوسطة الصلابة نجد أن قطر الاختراق يكون كبيرا و كذلك عمق الاختراق يكون كبيرا في الحديد الطري.

-عبوة الخرق غير فعالة تحت الماء لأن الماء يعمل على تبريد المعدن المنصهر من العبوة و بالتالي لا يتشكل حسب المطلوب و بذلك لا يخترق الحديد الصلب.

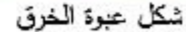
بناء على نوع و زاوية البطانة تقسم العبوات إلى نوعين رئيسيين:

– الحشوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges

– المقذوف المتشكل انفجارياً "Explosive Formed Projectile "EFP







شكل العبوة الصحنية		شكل عبوة الخرق

الحشوات الجوفاء النفثية Jetting Shaped Charges:

في الحشوات الجوفاء النفثية، فإن طول العبوة المتفجرة يتحدد بكمية المتفجرات اللازمة لتوفير طاقة انفجار كافية لعملية انهيار البطانة. وعادة فإن سرعة النفث والطاقة الحركية للنفث وقوة الاختراق تزداد بزيادة طول العبوة المتفجرة إلى حد معين. وعادة فإن طول العبوة التي بمقدار (1.5 x القطر) يكون كافيا إذا كان يوجد مخروط خلفي في العبوة وزاوية البطانة حادة ٤٥ درجة تقريبا، أما إذا كانت العبوة تحتوي على بطانة بزاوية منفرجة ١٢٠ درجة تقريبا، فإن ارتفاع العبوة يجب ألا يزيد عن قطر العبوة.

القياسات التقريبية للحشوات الجوفاء النفثية:

هذه القياسات تم الاعتماد عليها نتيجة ألاف التجارب:

١. زاوية البطانة المثلى لأغلبية الأغراض هي بحدود 42°.

٢. يتم الحصول على أقصى اختراق بمسافة تحفظ بين العبوة والهدف من 2 إلى 6 أضعاف القطر.

٣. مادة بطانة المخروط التي تمتلك أفضل مجموعة من الخواص هي النحاس الطري، ومع ذلك فإن الفولاذ الطري والألمنيوم يستخدمان بشكل مفيد.

٤. سماكة المخروط المثلى هي بحدود (0.03 * قطر البطانة) للنحاس.

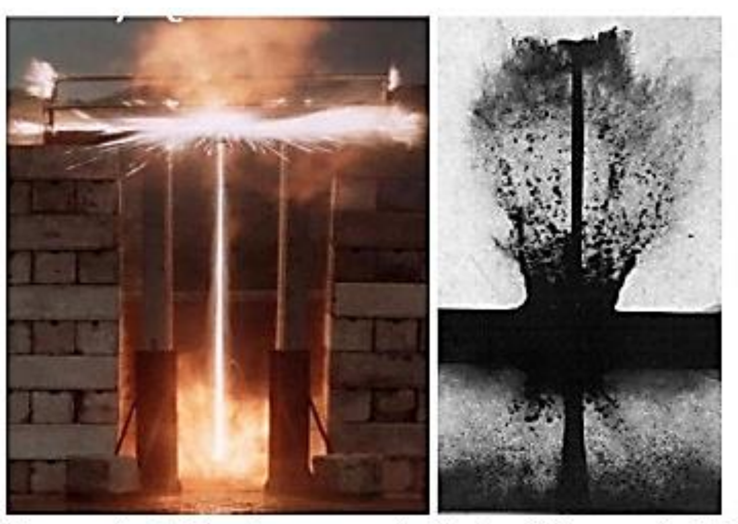
٥. ضغط الانفجار هو الخاصية الأكثر أهمية والتي تؤثر في أداء الحشوة الجوفاء وتأتي من الكابح الخلفي.

٦. بزيادة زاوية المخروط تتناقص سرعة النفث و العكس صحيح إلى حد معين.

٧. عبوة الخرق النموذجية يجب أن تخترق على الأقل ٤ أضعاف قطر البطانة و المتوسط ٧ أضعاف قطر البطانة، مع العلم يوجد عبوات خرق تخترق أكثر من ١٠ أضعاف قطر البطانة.



نفث انفجار من زاوية بطانة ٤٥ درجة



صورة تظهر انطلاق النفث من الأعلى إلى الأسفل. صورة تظهر انطلاق النفث من الأسفل إلى الأعلى



نفث انفجار من زاوية بطانة ٩٠ درجة

عمق الاختراق يعتمد على خمس عوامل رئيسية:

١. طول النفث.

٢. كثافة المعدن الهدف.

٣. صلابة المعدن الهدف.

٤. كثافة النفث.

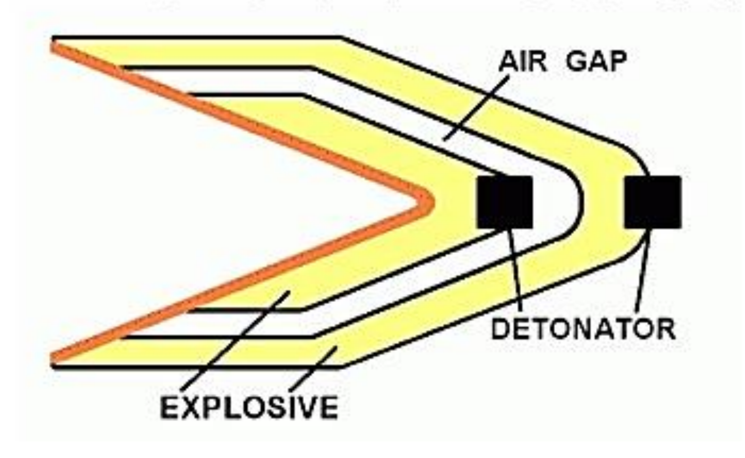
٥. زاوية اتجاه النفث مقابل الهدف.





الحشوة الجوفاء متعاقبة النفث Sequential Jet Shaped Charge:

تحتوي العبوة المتفجرة على حشوتين جوفاء متسلسلة يباعد بينها فراغات هوائية مسطحة،





المقذوف المتشكل انفجارياً "Explosive Formed Projectile "EFP (العبوات الصحنية أو العدسية)

-بطانة المقذوف المتشكل انفجاريا EFP تكون على شكل صحن قليل العمق (shallow dish) ويكون عمق الصحن غالبا أقل من 0.25 من قطره. بالمقابل فإن البطانة في الحشوة الجوفاء النفثية تكون عادة مخروط أو نصف كرة ويكون عمق تجويف بطانتها أكبر من 0.4 من قطرها.

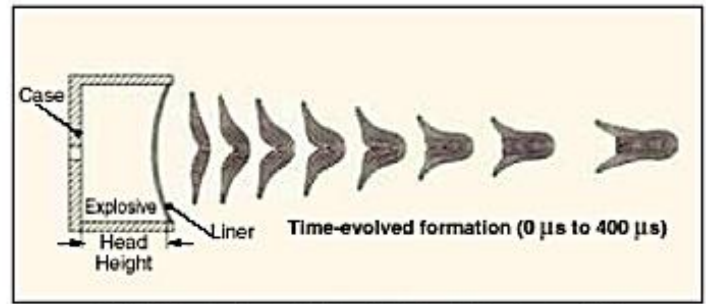
-الـ EFP مصممة لإنتاج مقذوف غير مطوَّل (non stretching projectile) ينتقل بسرعة في حدود من 1.5 إلى 3كم/ث، بينما الحشوة الجوفاء النفثية فتنتج نفث مطوَّل ذو سرعة رأس (tip velocity) في حدود من 3 إلى 10 كم/ث وسرعة الجزء الخلفي أقل من سرعة الرأس بحيث يكون هناك تدرج في السرعة على طول النفث مما يسبب استطالة النفث.

-الضغط المتولد في بطانة عبوة الـ EFP كافيا لتغيير شكل البطانة (deform) بالآليات الشائعة المتضمنة الانثناء (bending) والطي (folding) والانعكاس (inversion). أما الضغط المتولد في بطانة الحشوة الجوفاء النفثية فيسبب تغيير شكل البطانة وفقا لنظام حركة الموائع (hydrodynamically) وتنهار البطانة (collapse) على محور التماثل للحشوة كما لو كانت مائعا وهذه الظاهرة هي التي ينتج عنها تشكل النفث المطوَّل.

-بطانات الـ EFP تكون عادة أكثر سمكا من بطانات الحشوة الجوفاء النفثية من نفس القطر. لأن الـ EFP ليس المقصود منها إنتاج نفث سريع جدا، فإنها تحتاج كمية متفجرات أقل. لذلك فإن الحشوات الجوفاء النفثية من نفس القطر تكون أكثر طولا من الـ EFP لنفس القطر.

-بعد مسافة معينة، فإن نفث الحشوات الجوفاء النفثية يتكسر إلى جسيمات تخرج عن نطاق التوجيه وتفقد فاعليتها بشكل كبير على هذه المسافة. بالمقابل فإن الـ EFP تتحول بطانتها عند الانفجار إلى جسم معدني مدمج يبقى بشكل عام محتفظا بكتلته كاملة ولذلك يكون قادرا على اختراق الدرع عند مدى طويل ويمكنه بسهولة النفاذ خلال دروع العربات خفيفة إلى متوسطة التدريع.

تقريبا الـ EFP تخترق في الحديد مسافة طول قطر الحشوة المولدة لها. بينما الحشوات الجوفاء النفثية سوف تخترق سبعة أضعاف القطر كمتوسط.



الشكل يوضح شكل انطلاق المقذوف من عبوات EFP



تمويه العبوة



صورة توضح شكل المقذوف من عبوات EFP



صورة توضح شكل المقذوف من عبوات EFP



صورة توضح شكل ضرب المقذوف من عبوات EFP في الحديد



قطر البطانة:

كلما ازداد قطر البطانة ازداد اختراقها.

سماكة البطانة:

-كلما زادت سماكة البطانة عن الحد المناسب كلما ضعف تأثير العبوة لأن جزء كبير من الموجة سيوجه لتقطيع البطانة. وكذلك كلما نقصت سماكة البطانة عن الحد المطلوب تضعف الموجة الانفجارية.

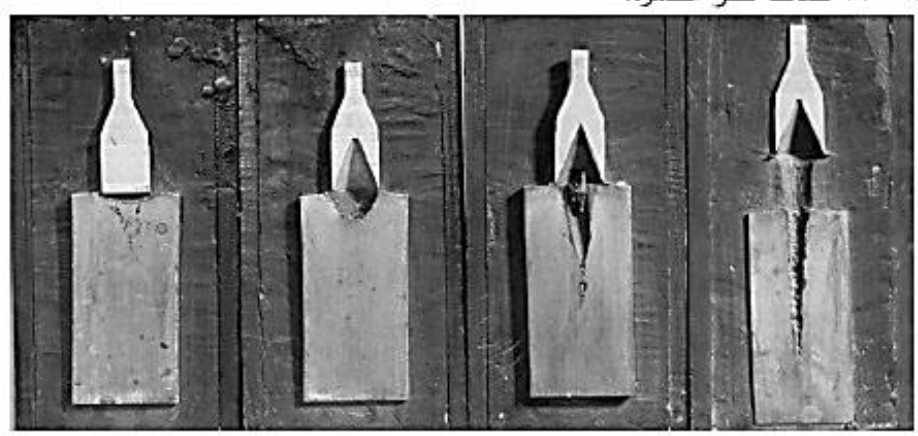
-لذلك من الأنسب أن يكون النسبة واحد لواحد في الوزن بين وزن البطانة ووزن المادة المتفجرة متوسطة القوة في عبوات الخرق أما إذا كانت المادة المتفجرة المستخدمة عالية السرعة (تقريبا ٩٠٠٠ أو ١٠٠٠٠ متر/ثانية) فتكون النسبة واحد و نصف للبطانة لواحد مادة متفجرة عالية السرعة.

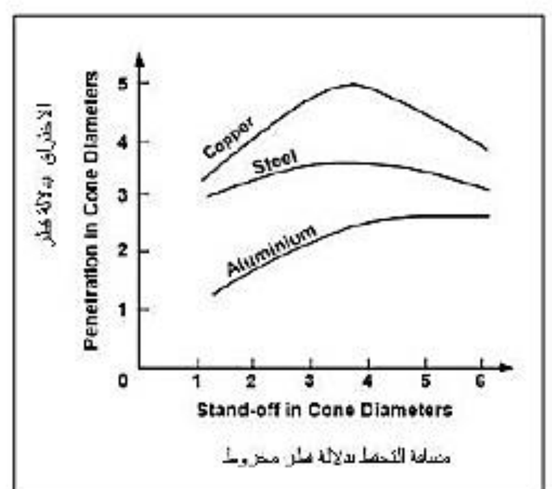
- أما في العبوات الصحنية أو العدسية فتكون سماكة البطانة متناسبة مع القطر فمثلا إذا كان قطر العبوة الصحنية أو العدسية ١٥ سم فلا يجب أن تزيد سماكة البطانة عن (٠,٥-١) على أن يكون وزن المادة المتفجرة ثلاث أضعاف وزن الصحن تقريبا.

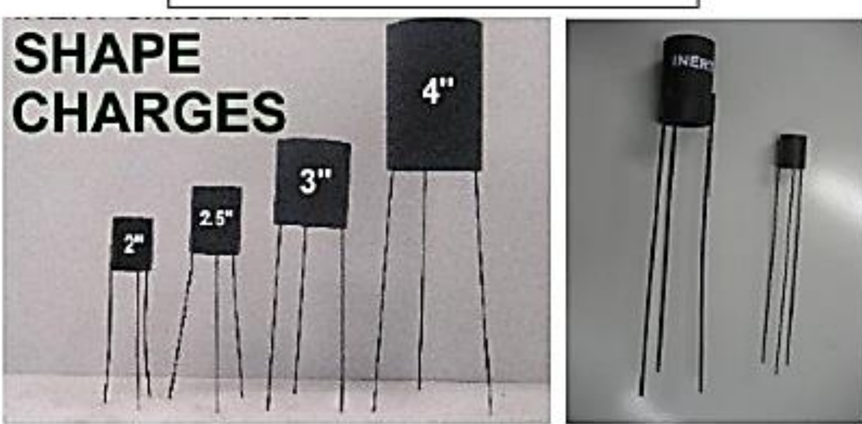
مسافة المباعدة Stand Off:

لكي تعطي الحشوة الجوفاء فعاليتها القصوى، يجب أن تكون هناك مسافة مناسبة تباعد قاعدة البطانة عن سطح الهدف. ذلك لأن جزيئات عمود النفث هي العامل الفعال في عملية الإختراق، ولكي يعطى عمود النفث الوقت الكافي ليتكون ويمتد فلا بد من وجود المسافة المباعدة المذكورة. وما ينطبق على نقصان المسافة المباعدة المناسبة – من حيث إرتباطها بنقصان المسافة المباعدة المناسبة – ينطبق أيضاً على زيادة هذه المسافة. فإن زيادتها عن الحد المطلوب تؤدي أيضاً إلى نقصان الإختراق، لأن عمود النفث سوف يخترق طبقة إضافية من الهواء، وهذا الإختراق سوف يكون على حساب سمك مماثل من معدن الهدف المراد إختراقه وبالتالي يقل الإختراق. وليست المسافة المباعدة المثالية ثابتة، وإنما

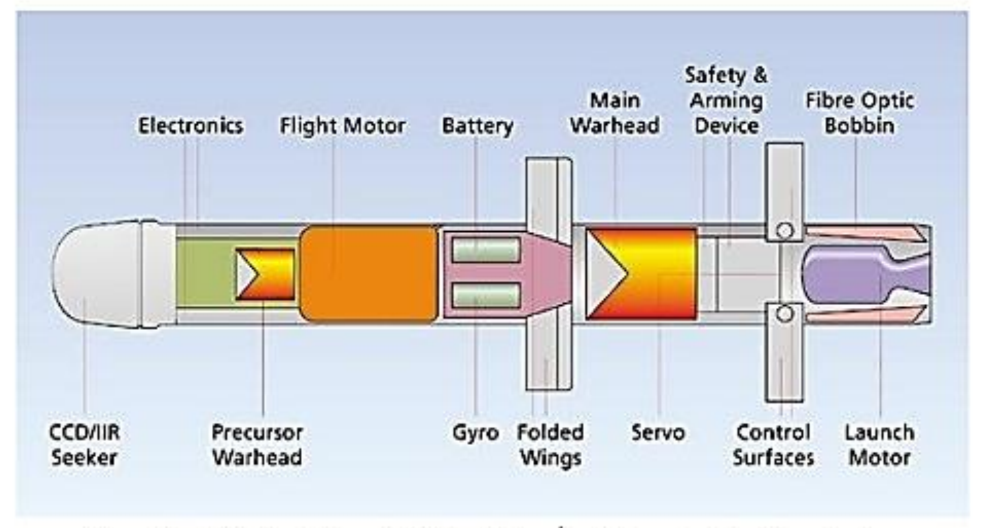
تختلف باختلاف المعدن الذي يستخدم في صنع البطانة، فلكل معدن مسافة مباعدة مثالية خاصة به. ومن الممكن زيادة المسافة المباعدة إلى حد كبير وذلك باختيار شكل مناسب لتجويف الحشوة المشكلة واستخدام بطانة معدنية ملائمة. وأهمية ذلك هو الوصول إلى تركيز بؤري كبير وتمكين عمود النفث من الإستطالة مع الإحتفاظ بفعاليته إلى مسافات كبيرة. مسافة المباعدة تختلف في العبوات حسب نوع وزاوية البطانة المستخدمة في العبوة، فعندما تكون زاوية البطانة تقريبا ٤٥ درجة تكون مسافة المباعدة من ٢ – ٦ أضعاف قطر الحشوة، لكن عندما تكون الزاوية منفرجة ١٤٠ درجة تكون مسافة المباعدة من ٣ – ١١ ضعف قطر الحشوة.







زاوية البطانة حادة (مسافة مباعدة ٢,٥ ضعف القطر) زاوية البطانة منفرجة (مسافة مباعدة ٤ أضعاف القطر)



صاروخ مضاد للدروع موجه ذو رأس ترادفي (لاحظ مسافة المباعدة في الراسيين)

٥. نوع الشظايا و حجمها و شكلها و كم طبقة منها:

يفضل استخدام الشظايا من الحديد و الأفضل من التنجستون أما فيما يخص حجمها فذلك يرجع إلي حجم العبوة و بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة و نوع الهدف نفسه، فإذا زاد حجم العبوة نكبر حجم الشظية و العكس صحيح، كذلك كلما بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة نزيد في حجم الشظية حتى تحافظ علي مسارها أثناء انطلاقها باتجاه الهدف، كذلك إذا كان الهدف مصفح يجب أن يكون قطر الشظية لا يقل عن واحد سم، طبعا المقصود بمصفح ضد إطلاق النار.

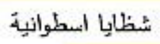
أما فيما يخص شكل الشظية فذلك يرجع إلي بعد الهدف عن مكان تثبيت العبوة فإذا كان الهدف أفراد و قريبين من العبوة يفضل استخدام الشظايا الحادة بغض النظر عن شكلها أما إذا كان الهدف بعيد عن مكان تثبيت العبوة فبهذه الحالة نستخدم الشظايا الكروية لأنها تحافظ علي مسارها المستقيم باتجاه الهدف علي عكس الشظايا الحادة لا تستقيم في الهواء علي المسافات البعيدة. إذا زادت سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة فانه يضعف الموجة الانفجارية وقد يشتتها، وكذلك لا يفضل استخدام أكثر من طبقتين للمسافات البعيدة للحفاظ على قوة و انتظام الموجة الانفجارية. أنسب ما يستخدم في الشظايا الكرات المعدنية سماكة ٣-٦ ملم للأهداف البشرية مشاه و٨ - ١٦ ملم للأهداف المدرعة الخفيفة حسب كمية المادة المتفجرة وحسب سماكة جسم الآلية فكلما زاد فإننا نزيد من قطر الشظية.





شظايا كروية





شظايا اسطوانية



شظايا مسمارية



ولكي تؤدي الشظايا أكبر تأثير فيجب أن تكون:

- كروية منتظمة ومرتبة في صفوف متراصة و مسممة.
- لا يزيد بأي حال من الأحوال سماكة طبقة الشظايا عن ثلث سماكة المادة المتفجرة، ويفضل أن تكون سماكة المادة المتفجرة ٦ أضعاف سماكة طبقة الشظايا.
- متماسكة فيما بينها بمادة لاصقة صمغية تحافظ على انتظامها ولا يكون بينها فراغات.
- لا تزيد عدد طبقات الشظايا عن طبقتين.

– إذا تعذر وجود الكرات المعدنية فيمكن استخدام المسامير والبراغي سماكة ٨–١٠ ملم مقطعة إلى صغيرة طول كل منها ١سم منظمة ويراعى فيها شروط أعلاه .

– كلما زاد وزن الشظية كلما زاد تأثيرها ومداها، وبما يتناسب مع حجم المادة المتفجرة .



شكل تثبيت الشظايا في العبوة

يعتمد إختراق الشظايا في الأهداف على الأمور التالية:

سرعة الشظية:

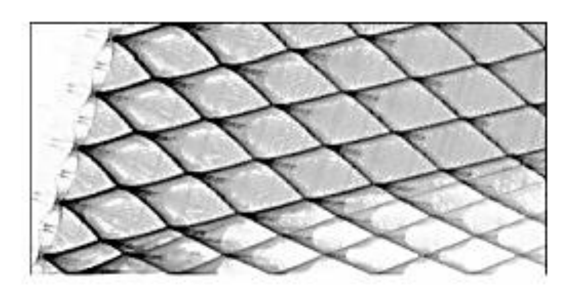
العامل الأساسي الذي يتحكم بسرعة الشظية هو نسبة وزن المواد المتفجرة لوزن الشظايا (C/M). كلما زادت هذه النسبة تزيد سرعة الشظية إلى حد معين. هناك عامل آخر يؤثر على سرعة الشظية وهو شكل العبوة، فالعبوات الأسطوانية تعطي شظايا بسرعة أكبر من العبوات التلفزيونية مثلا. كذلك فإن الحصر الخلفي أو الجانبي يؤدي إلى زيادة في سرعات الشظايا. سرعة الشظية هي احد العوامل الأساسية (إضافة إلى وزن الشظية) في تأثيرها بالأهداف.

وزن وشكل الشظية:

كلما كانت الشظية أكبر (مع وجود نفس السرعة) كان تأثيرها في تدمير واختراق الأهداف أكبر، كلما كان وزن الشظية أكبر يقل تأثر سرعتها خلال سريانها في الهواء. قدرة الشظية على الإختراق تعتمد أيضا على شكلها، فالشظايا ذات الأطراف الحادة تستطيع إلحاق أذى أكبر في الهدف، ولكن هكذا شظايا تنخفض سرعتها بشكل أكبر خلال سريانها في الهواء (وبالتالي تقل فعاليتها بشكل كبير). وكنتيجة عامة فإن الشظايا ذات الأطراف الحادة والسطوح الملساء (المكعبات) مناسبة للأهداف القريبة، أما الشظايا المحدبة (الكروية) فهي مناسبة للأهداف البعيدة.

نوعية المعدن المشظي:

عندما يكون المعدن المشظي قاسي جدا تتكسر الشظايا جراء الإنفجار وتتحول إلى قطع صغيرة أو تتحطم عند اصطدامها بالهدف وعندما يكون المعدن المشظي لين يتغير شكله وبالتالي تزيد مقاومة الهواء له يقل تأثيره بالأهداف خصوصا القاسية. كذلك الشظايا ذات الكثافة العالية لها تأثير اختراقي أفضل بكثير من الشظايا ذات المعادن التي كثافتها منخفضة.



٦. تشكيل المادة المتفجرة:

حتى يكون الاستفادة من الموجة الانفجارية أكبر ما يكون، فلا بد أن تكون العبوة مشكلة. و نقصد بتشكيل العبوة هو التحكم في شكل المادة المتفجرة بما يناسب شكل وطبيعة الهدف.

يعتمد تحديد شكل العبوة على اختيار نوعية الهدف بشكل رئيسي وما سيترتب على اختيار العبوة من حيث نوعها وحجمها وآلية النقل والتفجير.

و لدراسة الأهداف لا بد من الانتباه إلى حيثيات الهدف للوصول إلى التأثير الأكبر للموجة الانفجارية، مثال:

الهدف: أفراد (عدد الأفراد، بعد الأفراد عن العبوة، يرتدي واقي، بدون واقي، مكتظين، منتشرين، كيفية انتشارهم، مكان مغلق أو مفتوح، يوجد موانع أو بدون موانع...الخ).

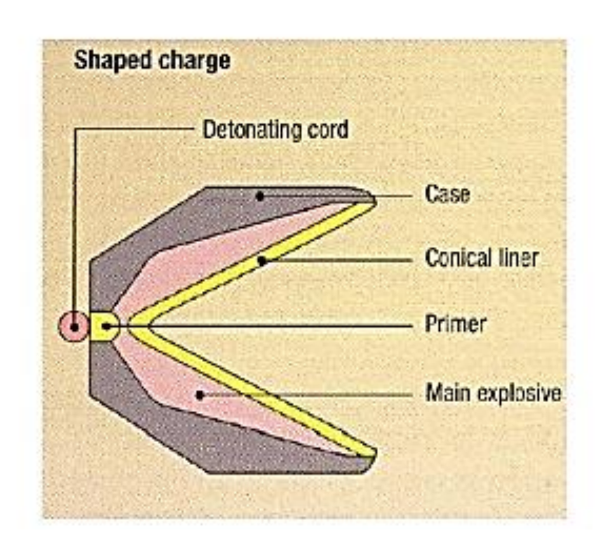
الهدف: آليات (حجمها، نوعها، تدريعها، بعدها عن العبوة، وجود عوائق أو لا.. الخ)

الهدف: منشآت (حجم، شكل، نوع حديد، خشب، باطون مسلح أو غير مسلح، بناء، عدد الطوابق .. الخ)

آلية النقل والتفجير (حزام ناسف، حقيبة، سيارة، قارب، طائرة، قذيفة، صاروخ، عبوة ومزروعة بأي شكل بالقرب من الهدف أو داخله أو بعيدة عنه..)

٧. الكابح (نوعه، حالته، حجمه، سماكته، شكله):

ونقصد بالكابح، الوعاء الذي يحوي المادة المتفجرة . ويجب أن يراعى فيه أن يكون ذا سماكة مناسبة من المعدن، علما أنه يمكن أن يكون من أي مادة أخرى، كما يجب أن يقاوم كل الظروف المتوقع أن تتعرض لها العبوة. وكذلك أن تكون جهة انتشار الموجة رقيقة بحيث تسمح في انتظام شكل خروج الموجة الانفجارية. نختار شكل الحصر المناسب بحسب نوع المادة سواء كان هذا الحصر جانبي أو خلفي ليعمل على تفجير كامل المادة وزيادة سرعتها لاسيما في المتفجرات الضعيفة مثل خلائط النترات، ولتوجيه الموجة باتجاه معين لأن الانفجار يتجه دائما نحو النقطة الأضعف ، وفي هذه الحالة نلجأ إلى زيادة سماكة الوعاء من ٠,٥ سم إلى ٢ سم تقريبا، أما في حال استخدام المتفجرات القوية فإننا لا نلجأ إلى تسميك الوعاء لأن جزء كبير من الموجة سيتجه إلى تمزيق الوعاء الخارجي وبالتالي إضعافها. تؤثر سماكة الغلاف الخارجي على قدرة المواد المتفجرة فتزيد قدرتها مع ازدياد سماكة الغلاف الخارجي حتى حد معين (حوالي ١٠% من قطر العبوة إذا كان الغلاف من الفولاذ).





٨. **توجيه العبوات (توجيه الموجة الانفجارية):**

توجيه العبوة: هو تسديد انتشار الموجة الانفجارية وما تحمله من شظايا أو بطانة باتجاه المنطقة القاتلة للهدف. من خلال تعامد العبوة على الهدف.

فالأمور التي تساعد التوجيه:-

١. رفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار ارتفاع المنطقة القاتلة للهدف فعلى سبيل المثال إذا كان الهدف راجل فإننا نحاول أن نجد مكان مرتفع بمقدار ١,٣ متر تقريبا، أو على رفوف المحلات أو داخل سيارة مفخخة أو في سلال القمامة المعلقة أو جذوع الشجر ....، وكذلك الحال إذا كان الهدف باص مثلا فنرفع العبوة عن سطح الأرض بمقدار ٢,٣ متر تقريبا .

وهكذا علما أننا نعد من الركبة إلى أعلى الرأس منطقة قاتلة للهدف . **فإننا في كل الأحوال نحذف المسافة التي لا يراد إيصال تركيز الشظايا لها مع العلم أنه سيصلها جزءا منها.**

٢. إحضار ميزان الماء للبنائين وضبط الفقاعتين الأفقية والعامودية على العبوة، على أن يراعى أن يكون جزء من العبوة مستوي لوضع الميزان عليه. أو يمكن اخذ الفقاعتين وتثبيتهما على العبوة بشكل متعامد على بعضهما .

٣. الاستفادة من المصباح الليزري وخصوصا في الليل أو المكان التي بها ظل، مع الانتباه إلى مكان سقوط الضوء الأحمر لحظة التوجيه فيكشف المكان لا سمح الله ، وتكمن الاستفادة من المصباح عن طريق وضعة على كافة جوانب العبوة وجعل ضوء الليزر يمر عبر سطح العبوة – ضروري أن تلاحظ جزء من الضوء على جسم العبوة وامتداد الجزء الأخر على منطقة الهدف .

٤ . المنقلة المدنية المتحركة (تأتي على شكل البوصلة) وهي مفيدة جدا في حساب وتوجيه الزوايا ، وهي تشبه في استخدامها ميزان الماء فيجب أن تكون قراءة المؤشر على الصفر ، وفي حال الاحتياج إلى إمالة العبوة فيمكن قراءة الزوايا بالدرجات :



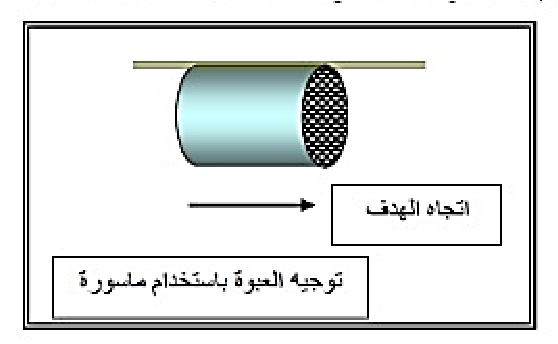
٥. في حال كون المسافة قريبة وفي المناطق الغير مأهولة يمكن الاستفادة من الخيط أو حبل كما هو الحال في المصباح الليزري .

٦. الطرق التقريبية من خلال النظر على العبوة من فوقها مباشرة وكذلك من الخلف ومحاولة التدقيق في الخط الأفقي و العامودي للعبوة والتأكد من عدم وجود ميلان للأسفل أو للأعلى أو لأحد الجوانب .

٧. في حال كانت العبوة محمولة فيكفي رفعها إلى أعلى منطقة الصدر ، أو إذا كان جالس على طاولة مثل طاولات المطاعم فيكفي أن توضع على الطاولة ، ويجب أن يتجنب الجلوس في الزوايا أو الأطراف بل يجب أن يجلس في المنتصف أو في الثلث الأول من القاعة مثلا ولكل هدف حالته الخاصة التي يجب الانتباه لها ، وعلى كل كما أسلفنا في هذه الحالات يفضل أن تكون الكمية كبيرة والمسافة قريبة وأفضل الأشكال الاسطوانيه والشظايا حولها كاملا .

٨. ومن أفضل الأمور التي تساعد في توجيه العبوة بشكل سريع ودقيق هو استخدام ماسورة بطول ٤٠سم تقريبا وبقطر مناسب بحيث يبدأ قطر الماسورة من (٠,٥ ٢,٥سم) تقريبا أو أكبر ، ويعتمد قطر الماسورة على مساحة الهدف وبعد العبوة عن الهدف وعلى أي حال يمكن الاستفادة من أي قطر اذا اتبعنا الشروط التالية :

- أن تكون الماسورة مثبتة بشكل مستقيم على العبوة باتجاه الهدف (مثبتة مثلا على الخط الموجود على العلب حيث انه مستقيم ومنصف للعبوة) .
- إذا لم يكن هذا الخط موجود فتصنع خط يمر بمركز العبوة .
- يجب أن ترى الهدف من خلال الماسورة و إذا كان قطر الماسورة كبير فيجب أن ترى الهدف في منتصف الماسورة (قريب من عملية التسديد للبندقية م١٦) . و إذا كنت تريد أن تسدد على نقطة من الهدف فنصغر قطر الماسورة إلى أن نرى النقطة المحددة التي يراد إصابتها .
- يجب الانتباه أثناء التسديد إلى أن الماسورة والعبوة يتحركان سوية .لذلك يفضل تثبيت الماسورة بأي طريقة على جسم العبوة قبل وضع المواد المتفجرة فيها .
- يجب الانتباه إلى أن الجسم الخارجي للعبوة التي ستثبت عليها الماسورة مستو تماما .



٩. تثبيت العبوة و بعدها عن الهدف:

كما نعلم أنه يجب تثبيت كامل أجزاء العبوة والعبوة بشكل محكم بشرط أن لا تكون المواد المستخدمة في التثبيت تعمل على تشتيت الموجة الانفجارية ومن أفضل هذه المواد المستخدمة في التثبيت اللواصق والرغوة.

يجب أن يثبت الصاعق داخل المادة المتفجرة جيدا وكذلك المادة والصاعق بألية التفجير وكامل العبوة داخل الوعاء بحيث لا يحدث هناك خلل أثناء الحركة أو النقل ، وعلية فان من أنسب المواد لاستخدامها في التثبيت مادة الرغوة FOAM والتي تستخدم في سد الثقوب في المنازل أو السيارات وكذلك السيليكون.





١٠. تمويه العبوة و المواد المستخدمة فيه:

يجب أن لا تكون المواد المستخدمة في التمويه طبيعية كانت أم صناعية غير معيقة أو مشتتة للموجة الانفجارية وإذا اضطررنا لتغليف كامل العبوة فيجب أن يكون اتجاه انطلاق الموجة رقيق نسبيا.

ونقصد به الاندماج مع المحيط . سواء كان هذا المحيط الطبيعة أو ضمن الحياة المدنية. وبمعنى آخر أن الشيء أو المكان الذي نريد أن نزرع العبوة فيه يجب أن يكون هو نفسه بعد إخفاء العبوة فيه من حيث الشكل ، الوزن ، اللون ، الرائحة ...كما ويجب أن لا يكون التمويه كثيفاً ولا خفيفاً ،مراعاة الاستمرار في التمويه حتى انتهاء المهمة ، التفنن والإبداع في التمويه .

وسائل التمويه :-

وهي المواد التي نستخدمها في التمويه وهي نوعان :-

١. وسائل ومواد صناعية :- مثل (الألياف الزجاجية - الفيبرجلاس - الجبصين ، الدهان ، الألوان ، علب مواد الأغذية والتنظيف ، أو أي شيء قد يستخدم في الحياة المدنية ويناسب للعبوة)
٢. وسائل طبيعية :- مثل (الأعشاب ،ألياف الشجر ، غصون الأشجار ، الوحل ، ....)

ملاحظات يجب مراعاتها في تمويه العبوات: -

١- يجب مراعاة وزن العبوة حيث يجب أن تكون منسجمة مع وزن الوعاء الأساسي.
٢- يجب مراعاة الحجم بحث تكون منسجمة مع حجم الوعاء.
٣- يجب عدم ترك فراغات حتى لا تبقى العبوة حرة الحركة داخل الوعاء، ويمكن الاستفادة من الإسفنج أو الفلين لتثبيتها جيداً داخل الوعاء
٤- يمكن إبقاء القليل من المادة الأساسية الموجودة داخل الوعاء من الأعلى للتمويه على العبوة في حال التفتيش ومحاولة فتح الوعاء من المكان المخصص.
٥- يجب مراعاة مركز الثقل بحث لا يكون الوعاء ثقيل من جهة والجهة الأخرى خفيف.
٦- عدم وجود أي شيء غير طبيعي على الوعاء مثل كبسة زر أو سلك أو لمبة

١١. إضافة مواد لزيادة فاعلية العبوة (المواد المساعدة):

إن أي إضافة للمواد المساعدة لزيادة قوة الموجة الانفجارية لا يجب أن يكون ضمن مكونات المادة المتفجرة وإنما خارجها، بعيدا عن اتجاه انطلاق الموجة الرئيسية وإلا سيكون لها الأثر السلبي على الموجة.

ومن المواد المساعدة المستخدمة مع العبوات اسطوانات الغاز للحصول على صوت ولهب كبيرين، أو البنزين والسولار للحصول على حرارة ولهب، أو بودرة الألمنيوم للحصول على حرارة عالية، أو بودرة الألمنيوم وبرمنجنات البوتاسيوم للحصول على حرارة عالية ووهج كبير، أو النابالم و الغراء لعمل حريق هائل، أو دخانية باستخدام النشا الجاف و الطحين و الاسمنت الابيض... وهكذا.

ملاحظة: كل المواد المساعدة لا تكون من ضمن مكونات المادة المتفجرة وإنما خارجها.

١٢. آلية التفجير و نوع التوصيلات:

كيف يفيد اختيار آلية التفجير ونوع التوصيلات في زيادة تأثير الموجة الانفجارية؟

فعلى سبيل المثال فعندما يكون الهدف متحرك لا يصح استخدام التوقيت لصعوبة الحصول على الدقة المطلوبة. وبشكل عام كلما كانت الآلية مناسبة لطبيعة الهدف يكون التأثير أكبر، فضمان حدوث الانفجار في الهدف أو تفجير أكثر من عبوة في آن واحد أو عمل تفجير متوالي لا شك من أنه يزيد من التأثير على الهدف بل إن آلية التفجير تجعل لك الخيارات الكثيرة في تحديد أسلوب العمل وتحديد نسبة التأثير.

و المعيار في الحكم على اعتماد الآلية في التفجير بمقدار اتصافها بهذين الشرطين:

و المعيار في الحكم على اعتماد الآلية في التفجير بمقدار اتصافها بهذين الشرطين:

١. آمنة للمنفذ .

٢. فاعلة بمعنى تحقق الهدف المخطط له. ولا نتنازل عن هذين الشرطين

وعند الحديث عن آلية التفجير فإننا نتحدث عن الطريقة التي نريد أن نفجر فيها العبوة وهي **لا تتجاوز الأنواع التالية :** (تفجير مباشر إما سلكي أو استشهادي – توقيت – تحكم عن بعد – شرك (فخ بحيث نتيجة قيام الهدف بعمل ما تنفجر العبوة) . وبغض النظر عن مقدار التقنية المستخدمة فكل بحسب علمه وإمكاناته ، لكن **حتى نقر استخدام أيِ دائرة فلا بد أن تكون اجتازت عدة تجارب ناجحة ليس فيها خلل وبنفس المكونات والظروف** . ونذكر هنا بضرورة عزل الوصلات وكامل الدائرة باللاصق أو السيليكون الحراري ثم تجريبها بعد العزل . تثبيتها جيدا مع المادة المتفجرة .

١٢. **الدوران:** لدوران المقذوفات – التي تحتوي على حشوات جوفاء – حول نفسها تأثير سلبيٌ على عملية الإختراق. نظراً لأن عمود النفث المتكون يميل إلى الانتشار. و يزداد هذا التأثير تدريجيا بازدياد سرعة الدوران. وما يحدث هو أن قطر الخرق يزيد بينما يقل عمق الإختراق.

جدول كثافة النتريك

Nitric Acid Solutions in Water												
HNO3	Temperature in degrees Centigrade (°C)											
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
Concentration (% Weight)	Density (kg/L)											
1	1.0058	1.00572	1.00534	1.00464	1.00364	1.00241	1.0009	0.9973	0.9931	0.9882	0.9767	0.9632
2	1.0117	1.01149	1.01099	1.01018	1.00909	1.00778	1.0061	1.0025	0.9982	0.9932	0.9816	0.9681
3	1.0176	1.0173	1.01668	1.01576	1.01457	1.01318	1.0114	1.0077	1.0033	0.9982	0.9865	0.973
4	1.0236	1.02315	1.0224	1.02137	1.02008	1.01861	1.0168	1.0129	1.0084	1.0033	0.9915	0.9779
5	1.0296	1.02904	1.02816	1.02702	1.02563	1.02408	1.0222	1.0182	1.0136	1.0084	0.9965	0.9829
6	1.0357	1.03497	1.03397	1.03272	1.03122	1.02958	1.0277	1.0235	1.0188	1.0136	1.0015	0.9879
7	1.0418	1.041	1.0399	1.0385	1.0369	1.0352	1.0333	1.0289	1.0241	1.0188	1.0066	0.9929
8	1.048	1.0471	1.0458	1.0443	1.0427	1.0409	1.0389	1.0344	1.0295	1.0241	1.0117	0.998
9	1.0543	1.0532	1.0518	1.0502	1.0485	1.0466	1.0446	1.0399	1.0349	1.0294	1.0169	1.0032
10	1.0606	1.0594	1.0578	1.0561	1.0543	1.0523	1.0503	1.0455	1.0403	1.0347	1.0221	1.0083
11	1.0669	1.0656	1.0639	1.0621	1.0602	1.0581	1.056	1.0511	1.0458	1.0401	1.0273	1.0134
12	1.0733	1.0718	1.07	1.0681	1.0661	1.064	1.0618	1.0567	1.0513	1.0455	1.0326	1.0186
13	1.0797	1.0781	1.0762	1.0742	1.0721	1.0699	1.0676	1.0624	1.0568	1.0509	1.0379	1.0238
14	1.0862	1.0845	1.0824	1.0803	1.0781	1.0758	1.0735	1.0681	1.0624	1.0564	1.0432	1.0289
15	1.0927	1.0909	1.0887	1.0865	1.0842	1.0818	1.0794	1.0739	1.068	1.0619	1.0485	1.0341
16	1.0992	1.0973	1.095	1.0927	1.0903	1.0879	1.0854	1.0797	1.0737	1.0675	1.0538	1.0393
17	1.1057	1.1038	1.1014	1.0989	1.0964	1.094	1.0914	1.0855	1.0794	1.0731	1.0592	1.0444
18	1.1123	1.1103	1.1078	1.1052	1.1026	1.1001	1.0974	1.0913	1.0851	1.0787	1.0646	1.0496
19	1.1189	1.1168	1.1142	1.1115	1.1088	1.1062	1.1034	1.0972	1.0908	1.0843	1.07	1.0547
20	1.1255	1.1234	1.1206	1.1178	1.115	1.1123	1.1094	1.1031	1.0966	1.0899	1.0754	1.0598
21	1.1322	1.13	1.1271	1.1242	1.1213	1.1185	1.1155	1.109	1.1024	1.0956	1.0808	1.065
22	1.1389	1.1366	1.1336	1.1306	1.1276	1.1247	1.1217	1.115	1.1083	1.1013	1.0862	1.0701
23	1.1457	1.1433	1.1402	1.1371	1.134	1.131	1.128	1.121	1.1142	1.107	1.0917	1.0753
24	1.1525	1.1501	1.1469	1.1437	1.1404	1.1374	1.1343	1.1271	1.1201	1.1127	1.0972	1.0805
25	1.1594	1.1569	1.1536	1.1503	1.1469	1.1438	1.1406	1.1332	1.126	1.1185	1.1027	1.0857

26	1.1663	1.1638	1.1603	1.1569	1.1534	1.1502	1.1469	1.1394	1.132	1.1244	1.1083	1.091
27	1.1733	1.1707	1.167	1.1635	1.16	1.1566	1.1533	1.1456	1.1381	1.1303	1.1139	1.0963
28	1.1803	1.1777	1.1738	1.1702	1.1666	1.1631	1.1597	1.1519	1.1442	1.1362	1.1195	1.1016
29	1.1874	1.1847	1.1807	1.177	1.1733	1.1697	1.1662	1.1582	1.1503	1.1422	1.1251	1.1069
30	1.1945	1.1917	1.1876	1.1838	1.18	1.1763	1.1727	1.1645	1.1564	1.1482	1.1307	1.1122
31	1.2016	1.1988	1.1945	1.1906	1.1867	1.1829	1.1792	1.1708	1.1625	1.1542	1.1363	1.1175
32	1.2088	1.2059	1.2014	1.1974	1.1934	1.1896	1.1857	1.1772	1.1687	1.1602	1.1419	1.1228
33	1.216	1.2131	1.2084	1.2043	1.2002	1.1963	1.1922	1.1836	1.1749	1.1662	1.1476	1.1281
34	1.2233	1.2203	1.2155	1.2113	1.2071	1.203	1.1988	1.1901	1.1812	1.1723	1.1533	1.1335
35	1.2306	1.2275	1.2227	1.2183	1.214	1.2098	1.2055	1.1966	1.1876	1.1784	1.1591	1.139
36	1.2375	1.2344	1.294	1.2249	1.2205	1.2163	1.2119	1.2028	1.1936	1.1842	1.1645	1.144
37	1.2444	1.2412	1.2361	1.2315	1.227	1.2227	1.2182	1.2089	1.1995	1.1899	1.1699	1.149
38	1.2513	1.2479	1.2428	1.2381	1.2335	1.2291	1.2245	1.215	1.2054	1.1956	1.1752	1.154
39	1.2581	1.2546	1.2494	1.2446	1.2399	1.2354	1.2308	1.221	1.2112	1.2013	1.1805	1.1589
40	1.2649	1.2613	1.256	1.2511	1.2463	1.2417	1.237	1.227	1.217	1.2069	1.1858	1.1638
41	1.2717	1.268	1.2626	1.2576	1.2527	1.248	1.2432	1.233	1.2229	1.2126	1.1911	1.1687
42	1.2786	1.2747	1.2692	1.2641	1.2591	1.2543	1.2494	1.239	1.2287	1.2182	1.1963	1.1735
43	1.2854	1.2814	1.2758	1.2706	1.2655	1.2606	1.2556	1.245	1.2345	1.2238	1.2015	1.1783
44	1.2922	1.288	1.2824	1.2771	1.2719	1.2669	1.2618	1.251	1.2403	1.2294	1.2067	1.1831
45	1.299	1.2947	1.289	1.2836	1.2783	1.2732	1.268	1.257	1.2461	1.235	1.2119	1.1879
46	1.3058	1.3014	1.2955	1.2901	1.2847	1.2795	1.2742	1.263	1.2519	1.2406	1.2171	1.1927
47	1.3126	1.308	1.3021	1.2966	1.2911	1.2858	1.2804	1.269	1.2577	1.2462	1.2223	1.1976
48	1.3194	1.3147	1.3087	1.3031	1.2975	1.2921	1.2867	1.275	1.2635	1.2518	1.2275	1.2024
49	1.3263	1.3214	1.3153	1.3096	1.304	1.2984	1.2929	1.2811	1.2693	1.2575	1.2328	1.2073
50	1.3327	1.3277	1.3215	1.3157	1.31	1.3043	1.2987	1.2867	1.2748	1.2628	1.2377	1.2118

51	1.3391	1.3339	1.3277	1.3218	1.316	1.3102	1.3045	1.2923	1.2802	1.268	1.2425	1.2163
52	1.3454	1.3401	1.3338	1.3278	1.3219	1.316	1.3102	1.2978	1.2856	1.2731	1.2473	1.2208
53	1.3517	1.3462	1.3399	1.3338	1.3278	1.3218	1.3159	1.3033	1.2909	1.2782	1.2521	1.2252
54	1.3579	1.3523	1.3459	1.3397	1.3336	1.3275	1.3215	1.3087	1.2961	1.2833	1.2568	1.2296
55	1.364	1.3583	1.3518	1.3455	1.3393	1.3331	1.327	1.3141	1.3013	1.2883	1.2615	1.2339
56	1.37	1.3642	1.3576	1.3512	1.3449	1.3386	1.3324	1.3194	1.3064	1.2932	1.2661	1.2382
57	1.3759	1.37	1.3634	1.3569	1.3505	1.3441	1.3377	1.3246	1.3114	1.2981	1.2706	1.2424
58	1.3818	1.3757	1.3691	1.3625	1.356	1.3495	1.343	1.3298	1.3164	1.3029	1.2751	1.2466
59	1.3875	1.3813	1.3747	1.368	1.3614	1.3548	1.3482	1.3348	1.3213	1.3077	1.2795	1.2507
60	1.3931	1.3868	1.3801	1.3734	1.3667	1.36	1.3533	1.3398	1.3261	1.3124	1.2839	1.2547
61	1.3986	1.3922	1.3855	1.3787	1.3719	1.3651	1.3583	1.3447	1.3308	1.3169	1.2881	1.2587
62	1.4039	1.3975	1.3907	1.3838	1.3769	1.37	1.3632	1.3494	1.3354	1.3213	1.2922	1.2625
63	1.4091	1.4027	1.3958	1.3888	1.3818	1.3748	1.3679	1.354	1.3398	1.3255	1.2962	1.2661
64		1.4078	1.4007	1.3936	1.3866	1.3795	1.3725					
65		1.4128	1.4055	1.3984	1.3913	1.3841	1.377					
66		1.4177	1.4103	1.4031	1.3959	1.3887	1.3814					
67		1.4224	1.415	1.4077	1.4004	1.3932	1.3857					
68		1.4271	1.4196	1.4122	1.4048	1.3976	1.39					
69		1.4317	1.4241	1.4166	1.4091	1.4019	1.3942					
70		1.4362	1.4285	1.421	1.4134	1.4061	1.3983					
71		1.4406	1.4328	1.4252	1.4176	1.4102	1.4023					
72		1.4449	1.4371	1.4294	1.4218	1.4142	1.4063					
73		1.4491	1.4413	1.4335	1.4258	1.4182	1.4103					
74		1.4532	1.4454	1.4376	1.4298	1.4221	1.4142					
75		1.4573	1.4494	1.4415	1.4337	1.4259	1.418					

76		1.4613	1.4533	1.4454	1.4375	1.4296	1.4217					
77		1.4652	1.4572	1.4492	1.4413	1.4333	1.4253					
78		1.469	1.461	1.4529	1.445	1.4369	1.4288					
79		1.4727	1.4647	1.4565	1.4486	1.4404	1.4323					
80		1.4764	1.4683	1.4601	1.4521	1.4439	1.4357					
81		1.48	1.4718	1.4636	1.4555	1.4473	1.4391					
82		1.4835	1.4753	1.467	1.4589	1.4507	1.4424					
83		1.4869	1.4787	1.4704	1.4622	1.454	1.4456					
84		1.4903	1.482	1.4737	1.4655	1.4572	1.4487					
85		1.4936	1.4852	1.4769	1.4686	1.4603	1.4518					
86		1.4968	1.4883	1.4799	1.4716	1.4633	1.4548					
87		1.4999	1.4913	1.4829	1.4745	1.4662	1.4577					
88		1.5029	1.4942	1.4858	1.4773	1.469	1.4605					
89		1.5058	1.497	1.4885	1.48	1.4716	1.4631					
90		1.5085	1.4997	1.4911	1.4826	1.4741	1.4656					
91		1.5111	1.5023	1.4936	1.485	1.4766	1.4681					
92		1.5136	1.5048	1.496	1.4873	1.4789	1.4704					
93		1.5156	1.5068	1.4979	1.4892	1.4807	1.4722					
94		1.5177	1.5088	1.4999	1.4912	1.4826	1.4741					
95		1.5198	1.5109	1.5019	1.4932	1.4846	1.4761					
96		1.522	1.513	1.504	1.4952	1.4867	1.4781					
97		1.5244	1.5152	1.5062	1.4974	1.4889	1.4802					
98		1.5278	1.5187	1.5096	1.5008	1.4922	1.4835					
99		1.5327	1.5235	1.5144	1.5056	1.4969	1.4881					
100		1.5402	1.531	1.5217	1.5129	1.504	1.4952					

نهاية الفصل العاشر